美国初中主流理科教材

SCIENCE EXPLORER

科学探索者

美国初中主流理科教材

新课标、新理念、新学法的最佳参考用书

科 学 探 索 者

运动、力与能量
地球上的水
声与光
电与磁

天文学
化学反应
物质构成
环境科学
从细菌到植物
细胞与遗传
动物
人体生理卫生
地球内部
地表的演变
天气与气候
科学探究
法庭科学

- 探索科学奥秘
- 指导研究性学习
- 知识能力方法并重
- 动手动脑趣味无穷

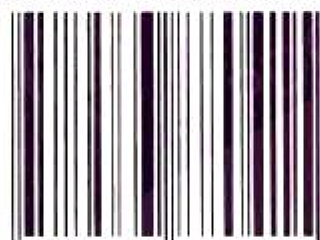


PEARSON Education

培生教育集团原版
20余个发达国家选用



ISBN 978-7-5338-8041



定 价: 20.00 元

图书在版编目(CIP)数据

科学探索者. 天文学/(美)帕迪利亚(Padilla,M.J.)主编；顾雪梁译. —2版.
—杭州：浙江教育出版社，2010.3（2010.12重印）
ISBN 978-7-5338-8041-5

Ⅰ.①科… Ⅱ.①帕…②顾… Ⅲ.①天文学-初中-课外读物 Ⅳ.①G634.73

中国版本图书馆CIP数据核字(2010)第032053号



天文学 （第二版）

○ 出版发行 浙江教育出版社(杭州天目山路40号 邮编310013)
○ 原著名 Science Explorer Astronomy
○ 原出版 PRENTICE HALL
○ 翻 译 顾雪梁
○ 审 校 朱光良
○ 责任编辑 周延春
○ 封面设计 曾国兴 韩 波
○ 责任校对 戴正泉
○ 责任印务 温劲风
○ 图文制作 杭州万方图书有限公司

▷ 印 刷 杭州富春印务有限公司
▷ 开 本 710 × 1000 1/16
▷ 印 张 10
▷ 字 数 200 000
▷ 版 次 2010年3月第2版
▷ 印 次 2010年12月第18次
▷ 印 数 177 501-185 000
▷ 标准书号 ISBN 978-7-5338-8041-5
▷ 定 价 20.00元

联系电话：0571-85170300-80928
e-mail: zjjy@zjcb.com

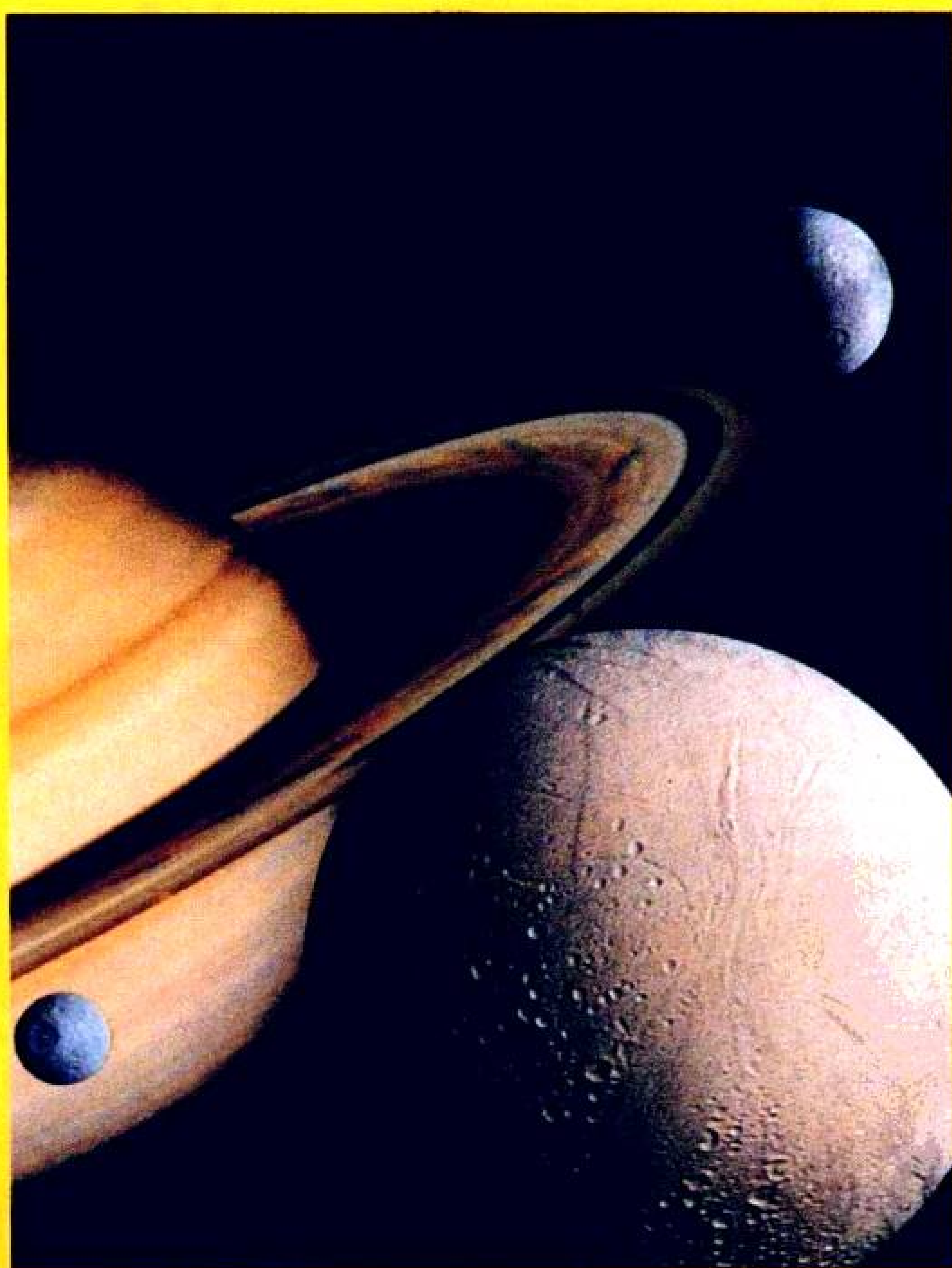
本书参考答案请上网查阅。
网址：www.zjeph.com

美国初中主流理科教材

SCIENCE EXPLORER

科学探索者

天文学



浙江教育出版社

科学探索者

天文学

Program Resources
Student Edition
Annotated Teacher's Edition
Teaching Resources Book with Color Transparencies
Astronomy Materials Kits

Program Components
Integrated Science Laboratory Manual
Integrated Science Laboratory Manual, Teacher's Edition
Inquiry Skills Activity Book
Student-Centered Science Activity Books
Program Planning Guide
Guided Reading English Audiotapes
Guided Reading Spanish Audiotapes and Summaries
Product Testing Activities by Consumer Reports™
Event-Based Science Series (NSF funded)
Prentice Hall Interdisciplinary Explorations
Cobblestone, Odyssey, Calliope, and *Faces* Magazines

Media/Technology
Science Explorer Interactive Student Tutorial CD-ROMs
Odyssey of Discovery CD-ROMs
Resource Pro® (Teaching Resources on CD-ROM)
Assessment Resources CD-ROM with Dial-A-Test®
Internet site at www. science-explorer. phschool. com
Life, Earth, and Physical Science Videodiscs
Life, Earth, and Physical Science Videotapes

科学探索者

从细菌到植物
动物
细胞与遗传
人体生理卫生
环境科学
地球内部
地表的演变
地球上的水
天气与气候
天文学
物质构成
化学反应
运动、力与能量
电与磁
声与光
科学探究
法庭科学

Staff Credits

The people who made up the *Science Explorer* team – representing editorial,editorial services, design services, field marketing, market research, marketing services, on-line services/multimedia development, product marketing, production services, and publishing processes – are listed below. Bold type denotes core team members.

Kristen E. Ball, **Barbara A. Bertell,** Peter W. Brooks, **Christopher R. Brown, Greg Cantone,** Jonathan Cheney, **Patrick Finbarr Connolly,** Loree Franz, Donald P. Gagnon, Jr., **Paul J. Gagnon, Joel Gendler,** Elizabeth Good, Kerri Hoar, **Linda D. Johnson,** Katherine M. Kotik, Russ Lappa, Marilyn Leitao, David Lippman, **Eve Melnechuk, Natania Mlawer,** Paul W. Murphy, **Cindy A. Noftle,** Julia F. Osborne, Caroline M. Power, Suzanne J. Schineller, **Susan W. Tafler,** Kira Thaler-Marbit, Robin L. Santel, Ronald Schachter, **Mark Tricca,** Diane Walsh, Pearl B. Weinstein, Beth Norman Winickoff

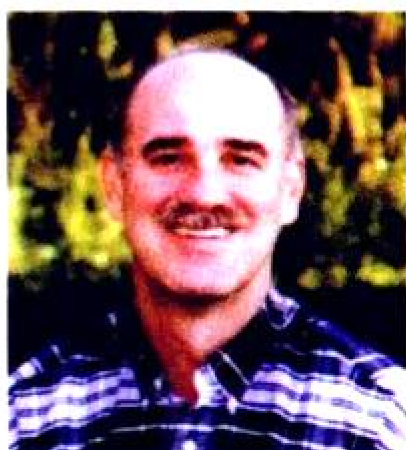
Activity on page 37 is from *Exploring planets in the Classroom,* ©Hawaii Space Grant Consortium. Used with permission.

ISBN 0-13-434478-2
8 9 10 05 04 03 02 01



封面：这张包含土星3颗卫星的组合照片，是由美国航空航天局“旅行者1号”拍摄的。

Program Authors



Michael J. Padilla, Ph.D.
Professor
Department of Science Education
University of Georgia
Athens, Georgia

Michael Padilla is a leader in middle school science education. He has served as an editor and elected officer for the National Science Teachers Association. He has been principal investigator of several National Science Foundation and Eisenhower grants and served as a writer of the National Science Education Standards.

As lead author of *Science Explorer*, Mike has inspired the team in developing a program that meets the needs of middle grades students, promotes science inquiry, and is aligned with the National Science Education Standards.



Ioannis Miaoulis, Ph.D.
Dean of Engineering
College of Engineering
Tufts University
Medford, Massachusetts

Martha Cyr, Ph.D.
Director, Engineering
Educational Outreach
College of Engineering
Tufts University
Medford, Massachusetts

Science Explorer was created in collaboration with the College of Engineering at Tufts University. Tufts has an extensive engineering outreach program that uses engineering design and construction to excite and motivate students and teachers in science and technology education.

Faculty from Tufts University participated in the development of *Science Explorer* chapter projects, reviewed the student books for content accuracy, and helped coordinate field testing.

每章课题

Book Author

Jay M. Pasachoff, Ph.D.
Professor of Astronomy
Williams College
Williamstown, Massachusetts

Contributing Writers

W. Russell Blake, Ph.D.
Planetarium Director
Plymouth Community Intermediate School
Plymouth, Massachusetts

Thomas R. Wellnitz
Science Teacher
The Paideia School
Atlanta, Georgia

Reading Consultant

Bonnie B. Armbruster, Ph.D.
Department of Curriculum and Instruction
University of Illinois
Champaign, Illinois

Interdisciplinary Consultant

Heidi Hayes Jacobs, Ed.D.
Teacher's College
Columbia University
New York, New York

Safety Consultants

W. H. Breazeale, Ph.D.
Department of Chemistry
College of Charleston
Charleston, South Carolina

Ruth Hathaway, Ph.D.
Hathaway Consulting
Cape Girardeau, Missouri

Tufts University Program Reviewers

Behrouz Abedian, Ph.D.
Department of Mechanical Engineering

Wayne Chudyk, Ph.D.
Department of Civil and Environmental Engineering

Eliana De Bernardez-Clark, Ph.D.
Department of Chemical Engineering

Anne Marie Desmarais, Ph.D.
Department of Civil and Environmental Engineering

David L. Kaplan, Ph.D.
Department of Chemical Engineering

Paul Kelley, Ph.D.
Department of Electro-Optics

George S. Mumford, Ph.D.
Professor of Astronomy, Emeritus

Jan A. Pechenik, Ph.D.
Department of Biology

Livia Racz, Ph.D.
Department of Mechanical Engineering

Robert Rifkin, M.D.
School of Medicine

Jack Ridge, Ph.D.
Department of Geology

Chris Swan, Ph.D.
Department of Civil and Environmental Engineering

Peter Y. Wong, Ph.D.
Department of Mechanical Engineering

Content Reviewers

Jack W. Beal, Ph.D.
Department of Physics
Fairfield University
Fairfield, Connecticut

W. Russell Blake, Ph.D.
Planetarium Director
Plymouth Community Intermediate School
Plymouth, Massachusetts

Howard E. Buhse, Jr., Ph.D.
Department of Biological Sciences
University of Illinois
Chicago, Illinois

Dawn Smith Burgess, Ph.D.
Department of Geophysics
Stanford University
Stanford, California

A. Malcolm Campbell, Ph.D.
Assistant Professor
Davidson College
Davidson, North Carolina

Elizabeth A. De Stasio, Ph.D.
Associate Professor of Biology
Lawrence University
Appleton, Wisconsin

John M. Fowler, Ph.D.
Former Director of Special Projects
National Science Teacher's Association
Arlington, Virginia

Jonathan Gitlin, M.D.
School of Medicine
Washington University
St. Louis, Missouri

Dawn Graff-Haight, Ph.D., CHES
Department of Health, Human Performance, and Athletics
Linfield College
McMinnville, Oregon

Deborah L. Gumucio, Ph.D.
Associate Professor
Department of Anatomy and Cell Biology
University of Michigan
Ann Arbor, Michigan

William S. Harwood, Ph.D.
Dean of University Division and Associate Professor of Education
Indiana University
Bloomington, Indiana

Cyndy Henzel, Ph.D.
Department of Geography and Regional Development
University of Arizona
Tucson, Arizona

Greg Hutton
Science and Health Curriculum Coordinator
School Board of Sarasota County
Sarasota, Florida

Susan K. Jacobson, Ph.D.
Department of Wildlife Ecology and Conservation
University of Florida
Gainesville, Florida

Judy Jernstedt, Ph.D.
Department of Agronomy and Range Science
University of California, Davis
Davis, California

John L. Kermond, Ph.D.
Office of Global Programs
National Oceanographic and Atmospheric Administration
Silver Spring, Maryland

David E. LaHart, Ph.D.
Institute of Science and Public Affairs
Florida State University
Tallahassee, Florida

Joe Leverich, Ph.D.
Department of Biology
St. Louis University
St. Louis, Missouri

Dennis K. Lieu, Ph.D.
Department of Mechanical Engineering
University of California
Berkeley, California

Cynthia J. Moore, Ph.D.
Science Outreach Coordinator
Washington University
St. Louis, Missouri

Joseph M. Moran, Ph.D.
Department of Earth Science
University of Wisconsin–Green Bay
Green Bay, Wisconsin

Joseph Stukey, Ph.D.
Department of Biology
Hope College
Holland, Michigan

Seetha Subramanian
Lexington Community College
University of Kentucky
Lexington, Kentucky

Carl L. Thurman, Ph.D.
Department of Biology
University of Northern Iowa
Cedar Falls, Iowa

Edward D. Walton, Ph.D.
Department of Chemistry
California State Polytechnic University
Pomona, California

Robert S. Young, Ph.D.
Department of Geosciences and Natural Resource Management
Western Carolina University
Cullowhee, North Carolina

Edward J. Zalisko, Ph.D.
Department of Biology
Blackburn College
Carlinville, Illinois

Teacher Reviewers

Stephanie Anderson
Sierra Vista Junior High School
Canyon Country, California

John W. Anson
Mesa Intermediate School
Palmdale, California

Pamela Arline
Lake Taylor Middle School
Norfolk, Virginia

Lynn Beason
College Station Jr. High School
College Station, Texas

Richard Bothmer
Hollis School District
Hollis, New Hampshire

Jeffrey C. Callister
Newburgh Free Academy
Newburgh, New York

Judy D'Albert
Harvard Day School
Corona Del Mar, California

Betty Scott Dean
Guilford County Schools
McLeansville, North Carolina

Sarah C. Duff
Baltimore City Public Schools
Baltimore, Maryland

Melody Law Ewey
Holmes Junior High School
Davis, California

Sherry L. Fisher
Lake Zurich Middle School North
Lake Zurich, Illinois

Melissa Gibbons
Fort Worth ISD
Fort Worth, Texas

Debra J. Goodding
Kraemer Middle School
Placentia, California

Jack Grande
Weber Middle School
Port Washington, New York

Steve Hills
Riverside Middle School
Grand Rapids, Michigan

Carol Ann Lionello
Kraemer Middle School
Placentia, California

Jaime A. Morales
Henry T. Gage Middle School
Huntington Park, California

Patsy Partin
Cameron Middle School
Nashville, Tennessee

Deedra H. Robinson
Newport News Public Schools
Newport News, Virginia

Bonnie Scott
Clack Middle School
Abilene, Texas

Charles M. Sears
Belzer Middle School
Indianapolis, Indiana

Barbara M. Strange
Ferndale Middle School
High Point, North Carolina

Jackie Louise Ulfig
Ford Middle School
Allen, Texas

Kathy Usina
Belzer Middle School
Indianapolis, Indiana

Heidi M. von Oetinger
L'Anse Creuse Public School
Harrison Township, Michigan

Pam Watson
Hill Country Middle School
Austin, Texas

Activity Field Testers

Nicki Bibbo
Russell Street School
Littleton, Massachusetts

Connie Boone
Fletcher Middle School
Jacksonville Beach, Florida

Rose-Marie Botting
Broward County School District
Fort Lauderdale, Florida

Colleen Campos
Laredo Middle School
Aurora, Colorado

Elizabeth Chait
W. L. Chenery Middle School
Belmont, Massachusetts

Holly Estes
Hale Middle School
Stow, Massachusetts

Laura Hapgood
Plymouth Community Intermediate School
Plymouth, Massachusetts

Sandra M. Harris
Winman Junior High School
Warwick, Rhode Island

Jason Ho
Walter Reed Middle School
Los Angeles, California

Joanne Jackson
Winman Junior High School
Warwick, Rhode Island

Mary F. Lavin
Plymouth Community Intermediate School
Plymouth, Massachusetts

James MacNeil, Ph.D.
Concord Public Schools
Concord, Massachusetts

Lauren Magruder
St. Michael's Country Day School
Newport, Rhode Island

Jeanne Maurand
Glen Urquhart School
Beverly Farms, Massachusetts

Warren Phillips
Plymouth Community Intermediate School
Plymouth, Massachusetts

Carol Pirtle
Hale Middle School
Stow, Massachusetts

Kathleen M. Poe
Kirby-Smith Middle School
Jacksonville, Florida

Cynthia B. Pope
Ruffner Middle School
Norfolk, Virginia

Anne Scammell
Geneva Middle School
Geneva, New York

Karen Riley Sievers
Callanan Middle School
Des Moines, Iowa

David M. Smith
Howard A. Eyer Middle School
Macungie, Pennsylvania

Derek Strohschneider
Plymouth Community Intermediate School
Plymouth, Massachusetts

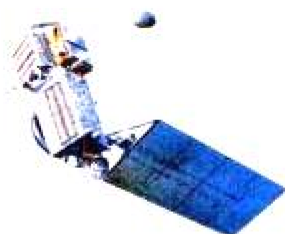
Sallie Teames
Rosemont Middle School
Fort Worth, Texas

Gene Vitale
Parkland Middle School
McHenry, Illinois

Zenovia Young
Meyer Levin Junior High School (IS 285)
Brooklyn, New York

科学探索者
天文学

目录







活动

学科探索

每章课题

（贯穿整章的探索活动）

探索

（课前的思考与探索）

增进技能

（专业技能训练）

试一试

（基本概念的巩固与强化）

技能实验室

（探索技能强化）

生活实验室

（科学知识的应用）

跨学科探索

科学与历史

科学与社会

链　接

搜寻彗星之家

从天文学家珍妮·露在荷兰的办公室到她观测夜空的夏威夷山顶之间有一段很长的路程。由于天文学家需要深暗的天空，因此就必须远离城市的灯光。同样地，为了更深入地观测太阳系，他们需要清洁、透澈的大气。这就是珍妮·露为什么要爬山涉水到夏威夷高山天文台进行观测的原因。珍妮·露出生在越南。12岁那年，她长途跋涉来到美国。

“作为一个越南孩子，”她说，“我从来没有上过一节自然科学课。在大学修完物理学后，我在喷气推进实验室得到了一份工作。在那里，实验人员们肩负着监测至今尚未被人类控制的太空的各种使命。这是一份在夏天才干的工作，似乎无足轻重。但当我看到了20世纪80年代中期由‘旅行者1号’和‘旅行者2号’新拍摄下来的照片，我觉得这太令人神往了。这些行星照片，就是促使我到行星天文学研究院来学习的原因。”



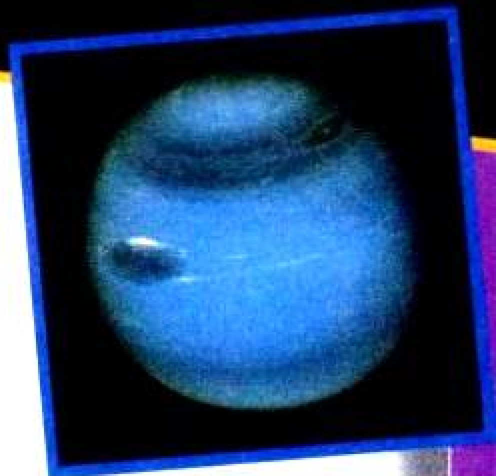
珍妮·露博士
她还是个小女孩的时候，就从越南来到了美国。她在加利福尼亚的斯坦福大学修物理学，然后在麻省理工大学修天文学。现在她在荷兰的莱顿大学工作。

与珍妮·露博士一席谈

珍妮·露正在观测的是太阳系中最远行星之外的天体，它是一个环绕太阳的由几百万块冰石碎片组成的环。露和她的合作者戴维·朱伊特是在1992年首次发现这些天体的。这个环称为柯伊伯带，由岩石组成的冥王星是这个环中最大的天体。冥王星和其他大约30000个天体一起穿越太空行进，露和朱伊特将这些天体称为小冥王星群。在柯伊伯带中，有一些天体会逃离出来，并向太阳靠拢。太阳的炽热使它们发亮而变成彗星。







木星(上)、土星(右)、海王星(下)是"旅行者号"宇宙飞船拍摄到的。

问 *你为什么要着手探索柯伊伯带?*

答 这有两个原因。那时，我们想知道除了冥王星之外，比海王星更远的地方，是否还会有其他天体。既然在稍靠近太阳处有如此多的行星和小天体，那么比海王星更远的那些空间，怎么可能会空无一物呢？科学家曾预测在海王星不远的外侧有一群彗星，但是一直没有人发现过。其他人也在搜寻同样的天体，这有点像竞赛。很高兴，我们胜出了。

问 *你是从哪里开始搜寻的呢?*

答 太阳系中大多数天体都是处在一个平面上的。这个平面就似一只圆盘，众多行星和太阳也都在其中，所以你会从这里开始搜寻。当然，你会从背太阳的那个方向观测。同时，你也会在一年中的某一个时间去观测，这个时间就是银河(我们居住的星系——银河系的写照)正好不在我们进行观测的天区。这样，那些恒星的光不会影响我们的观测。

问 *一旦你知道该从哪里去观测，你做了些什么?*

答 我们拍照片。我们从1987年起拍照片，5年后，即在1992年，我们发现了第一个天体。起初，我们的望远镜还没有配备能快速分析图片的计算机，所以不得不拍摄三张同一天区的照片，然后带回家去分析。我们拍摄的三张照片要间隔一定的时间，例如半个小时，然后分析在这三张照片中是否有星光点在移动。



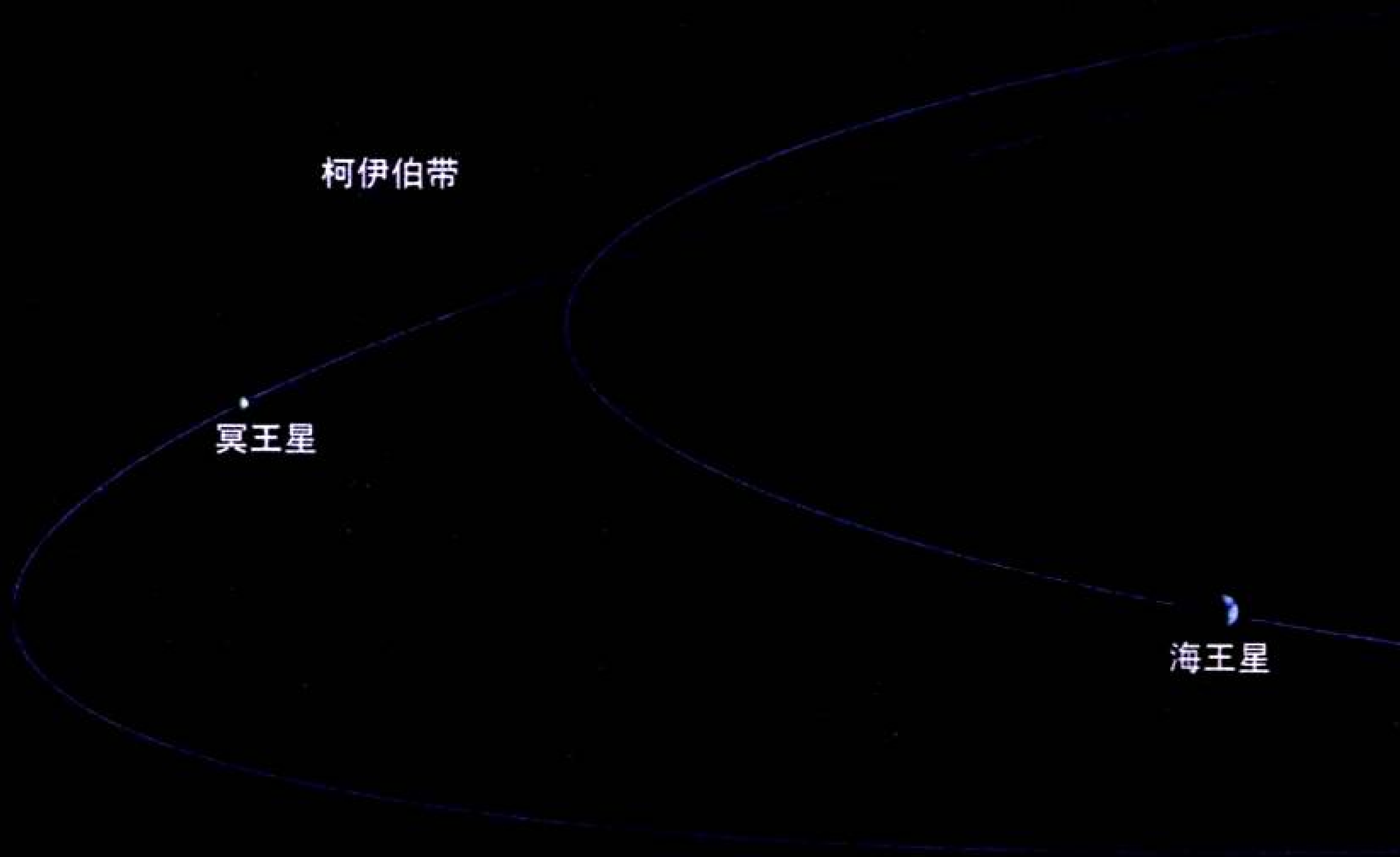
这些天文台都位于夏威夷的休眠火山冒纳凯阿山的山顶。

如果星光点有移动，我们就能知道它是太阳系内的天体，而不是遥远的恒星。从我们在1992年第一次发现它以来，科学家们已经在柯伊伯带中发现了约60个天体。戴维和我发现了其中的 $\frac{2}{3}$。

问 *你们经常熬夜吗?*

答 是的，我们必须这样。用望远镜进行观测的时间是很珍贵的，所以你不想浪费每一分钟。我们要观测一个星期左右，连续艰苦的工作，要夜以继日连轴转。在夏威夷，我们在冒纳凯阿山海拔4267米高的山顶上观测。所以一开始时，我们不得不先增加一个额外的夜晚，以便适应这里的海拔高度和稀薄的空气。

柯伊伯带位于太阳系行星绕太阳运动所占据空间之外。柯伊伯带中的天体离地球和太阳很远。冥王星处在一个与八大行星不同的轨道面上。



问 *要有一次发现，就得等上长长的5年，你们不曾感到沮丧吗？*

答 我们曾对自己说过，要是对天上某一区域进行了搜寻，却一无所获，我们就不会再盯下去了。我们曾经有过几乎山穷水尽的处境，但是新研制出来的照相机能拍到天空更大的区域，这就使我们能在一个月内干了原本要花两年的事。我们能看见某些东西，也能马上知道下一个夜晚观测哪个区域。

我一直都很幸运，因为我参与了这些发现。当你解决了一个困惑，发现了以前无人知晓的东西后，你能得到很大的满足。如果你做了很多艰苦的工作后，最终发现了你想要发现的东西，那真是一种极大的乐趣。

阅读 DIY



珍妮·露描述了她在5年中一夜又一夜的工作，也描述了观测并记录某一区域夜空的数据。“这很费时间，而且我们又不知道是否会取得成果。”很幸运，在最后，她得到了回报。珍妮·露是怎样通过她的坚持不懈的努力、才能、干劲以及一步一步的推理，而取得成功的？



第一章 地球、月球和太阳



主要内容

SECTION 1 太空中的地球

探索　地球上为什么有白天和黑夜

增进技能　计算

技能实验室　季节产生的原因

SECTION 2 相、食和潮汐

探索　月球是怎样运行的

增进技能　建立模型

技能实验室　一"整月"的月相

SECTION 3 与技术科学的综合 火箭和卫星

探索　火箭是怎样工作的

试一试　自制火箭

课题 1

月球在哪里

这是多么震撼人心的景象！可惜你只有在月球运行的轨道上才能够看到这种地球升起的奇观。但是如果你要看月亮从地球上升起，就根本没有必要去遨游太空了。你所要做的只是选一个适当的时间，一个合适的方位。

在这一章里，你将要探索地球、月球和太阳三者之间的关系。在这一项课题中，你们每天都得观测月球在天空中的位置。这些观测将会告诉你地球和月球两者之间位置变化的关系，以及地球、月球和太阳三者之间位置变化的关系。

课题目标 连续一个月，每天都观测月球的形状和它在天空中的位置。要完成这个课题，你需要：

- 每天用罗盘观测并记下你所看到的月球的方位及它离地平线的高度。
- 根据你的观测来解释这些月相。
- 找出一些规律，使你可以用来预测在整个月中，你每天在何时何地能看到月球。

课题准备 在开始观测前，先准备好一本观测日记。每次观测你都要记下观测的日期和时间，所看到的月球的方位和高度，画出它的形状草图，并作一下有关云层的覆盖和其他情况的记录。你也可以跟踪记录每天月亮升起的时间。

检查进度 在学习本章内容的同时，进行这个课题的研究。为了按时完成课题，请在以下各个阶段检查进度。

第一节复习 第21页：制作一张图表来帮助你自己确认一下月球的方位。

第二节复习 第34页：每天观测月球。

第三节复习 第44页：从你的观测中找出一些规律。

总结 在这一章的最后(第47页)，用文字、图画、图表展示你对月球观测的结果。

是宇航员迈克·柯林斯在"阿罗11号"的月球道飞行器"哥伦亚号"中所亲眼睹的地球从月的地平线上升的奇观

SECTION 4 地球卫星——月球

探索 环形山为什么看起来彼此都不同

增进技能 计算

SECTION 1 太空中的地球

探 索 活 动

地球上为什么有白天和黑夜

1. 将一个装有灯泡的电灯座放在一张桌子的中央代表太阳。在离电灯大约1米远处的桌边放上一只地球仪代表地球。
2. 将房间弄暗，把那盏灯打开，请看一下地球仪有哪些部分被照亮，哪些部分没有被灯光照到。
3. 在地球仪上指出你所处的位置，大约每5秒钟将地球仪转1圈。记下在什么时候你的位置是亮的，那就代表白天；什么时候是暗的，那就代表黑夜。

思考

建立模型 地球仪是怎样来表示1天的？在这个模型中，看看几秒钟代表了1天。你怎样用这个模型来表示出1年的时间呢？

阅读指南

- 是什么导致了白天和黑夜？
- 是什么导致了地球上季节的循环？

阅读提示 在你阅读之前，先预习一下本节中的图片及其注解。把你不熟悉的条目列成一张表，然后在阅读的时候写下它们的定义。

古埃及的农民迫切地期待一年一次的尼罗河春洪，因为几千年以来，他们耕种的时间都是根据这春洪而定的。一旦尼罗河的洪水退去，农民们就得沿着河岸准备耕田种庄稼了。因此，埃及人就想预测洪水会在什么时候出现。大约在公元前3000年，人们就注意到每年洪水快来之前，明亮的天狼星会第一个出现在凌晨的天空中。埃及人就是利用这些知识来预测每年洪水的泛滥时间的。



埃及农民▶

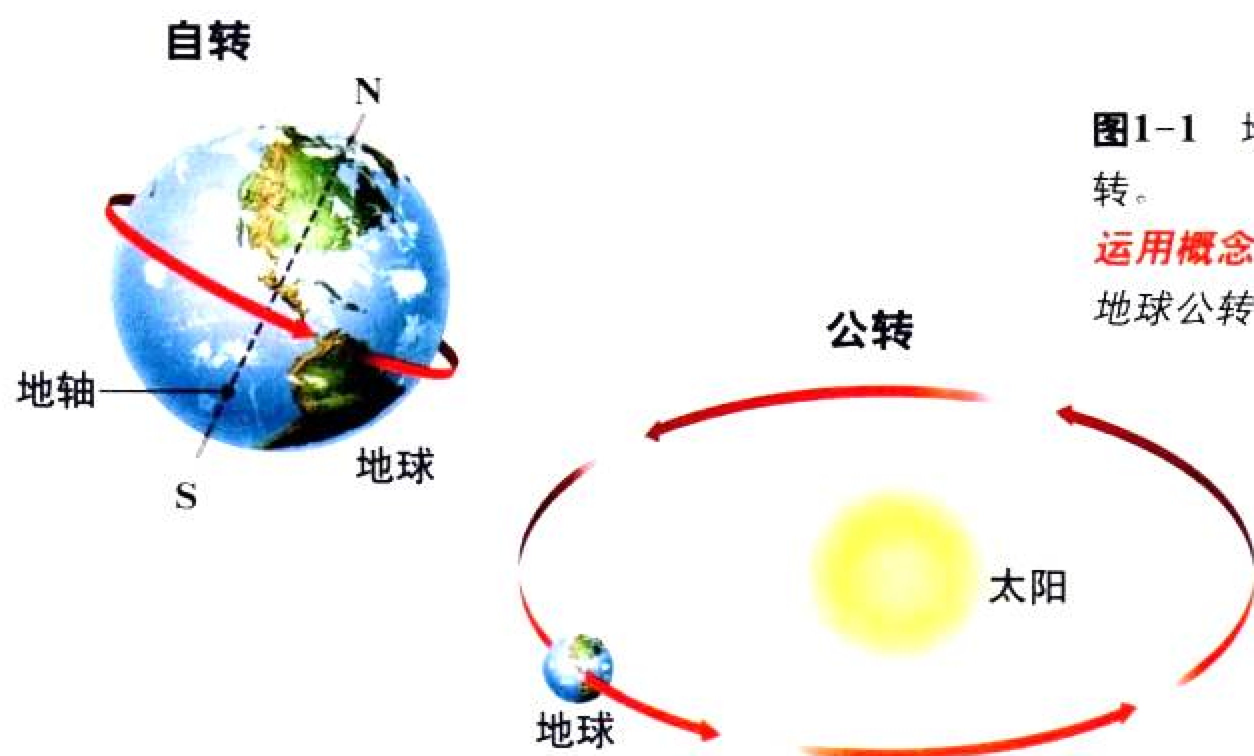


图1-1 地球绕地轴自转和绕太阳公转。

运用概念 *地球自转1周称作什么？地球公转1周称作什么？*

日和年

古埃及人是最早研究恒星的人之一。研究宇宙中的月球、恒星和其他天体的学科叫做**天文学(astronomy)**。

当太阳和月亮出现在天空，并且横穿天际运行时，古代天文学家也对它们的运行进行了研究。地球看起来好像是静止不动的，而太阳和月亮则是运动的。其实，之所以太阳和月亮看上去是运动的，主要是因为地球一直在绕着地轴自转。

自转 穿过地心和南北两极的一条假想的直线叫做**地轴(earth's axis)**。地轴的北端指向靠近北极星的太空中的一点。地球绕着地轴转动叫做**自转(rotation)**。赤道上的点自转的速度为每小时约1 600千米，大多数喷气式运输机也不能达到这个速度。

地球绕地轴自转导致了白天和黑夜。当地球向东自转，太阳就从东边升起，向西移动，此时地球向着太阳的一面就是白天。当地球继续向东自转，太阳就慢慢西沉，阳光就照不到地球背离太阳的一面，因此，那儿就成了黑夜。

地球自转1周需要24小时。众所周知，白天和黑夜每24小时的一个循环便是1日。

公转 地球除了绕地轴自转外，还绕着太阳运转。一个天体围绕另一个天体运转就叫**公转(revolution)**。地球绕太阳公转1周就是1年。地球绕着太阳运行的轨迹叫做**公转轨道(orbit)**。地球的公转轨道并不是一个真正的圆，而是一个椭圆。

☑ *想一想* ***为什么太阳和月亮看起来每天都在移动？***

增进技能

计算

活动

地球绕太阳公转的速度是30千米／秒，那么1分钟能运行多少千米？1小时呢？1天呢？1年呢？

各种历法 古埃及天文学家根据天狼星每年的首次出现日的时间间隔来计算1年的天数。利用这个方法，他们发现1年有365天。古埃及人把1年分成365天，从而发明了世界上最早的历法之一。

世界各地有着不同文化的人们都一直在努力创立实用的历法。地球在轨道上绕太阳运行一周要用365天稍多一点的时间——确切地说是$365\frac{1}{4}$天。既然每1年约有$365\frac{1}{4}$天，那么4年就大约可分为3个365天的年和1个366天的第四年。大家知道，这第四年就是一个"闰年"。在闰年里，这多出来的一天加在2月份，2月份由通常的28天变成29天。

科学与历史

探究年的周期

千百年来，人们通过对天象的观测来记录年的时光。



公元前1500年
不列颠群岛

古人完成的巨石阵，堪称由巨石砌起来的纪念碑，石阵排列出的方向代表一年中白昼最长的那天太阳升起和降落的方向。



公元前1500年　公元前900年　公元前300年



公元前1300年
中国

在商朝，中国的天文学家们对太阳、行星和其他在夜空中能观测到的天体进行了详尽的观测。中国天文学家在那时就推算出一年大约为365.25天。

公元前300年
埃及

埃及亚历山大的天文学家们发明了一种叫星盘的天文仪器。他们用星盘来确定恒星和行星的位置。



把一年分成更小的单位同样很困难，先民们用月球运行周期来创立一种历法。两个满月之间相隔的时间为$29\frac{1}{2}$天，这样，一年中12个这样的“整月”加起来只有354天。古埃及人由此创立了这样一种历法，即一年12个月，每个月有30天，而多余的5天则不属于任何一个月。罗马人借鉴了这种历法并作了较大的改进，最终形成了我们熟知的历法：1年中的11个月有30天或31天，还有1个月(2月)只有28天或29天。

阅读 DIY

研究下列年表中列出的某一项成就，然后写一段对话。对话的两个人分别是创立和研究这种文化的人，他们在讨论这种文化在他们生活中的重要性。



公元1450年
美国怀俄明州

大喇叭医学盘由当地印第安人建造。石头排列与太阳及其他一些耀眼的恒星的升落有关。这些特殊的恒星升起来时就意味着已经到了他们南迁过冬的时候了。

公元300年　　公元900年　　公元1500年



公元900年
墨西哥



玛雅人研究太阳、月球及金星的运行。他们有两种不同的历法，一种有365天，作为日常生活之用，另一种是260天的，用于宗教。这两种历法的混合使用就形成了52年的一个周期。玛雅人还能预测未来3000年的天文现象。

图 1-2 赤道附近非常炎热，因为那里太阳光直射地球表面。

图解 为什么南北两极较冷？



地球的季节

除热带外，地球上大部分地区四季分明：冬季、春季、夏季和秋季。但是在不同地区，气温有很大的差别。例如：赤道附近就比南北两极附近要热。这是为什么呢？

太阳光如何照射地球 图 1-2 显示太阳光是怎样照射地球的。**注意：**在赤道上，阳光是直射的；而离两极越近，太阳光与地面的夹角就越大。在两极附近，同样多的太阳光能量散布在较大的范围上。这就是为什么赤道附近要比两极附近更热的原因。

地球倾斜的轴 如果地轴与阳光方向垂直，如图 1-2 所示，那么一年中气温会相当稳定，季节变化也就不会有了。**地球上有季节变化的原因是，当地球绕太阳公转时，地轴是倾斜的。**

参看下页“探索季节”中地球在太空中位置的有关内容。要注意的是，地轴与竖直方向夹角为23.5°。当地球绕太阳公转时，地轴在一年中时而离开太阳倾斜，时而面向太阳倾斜。

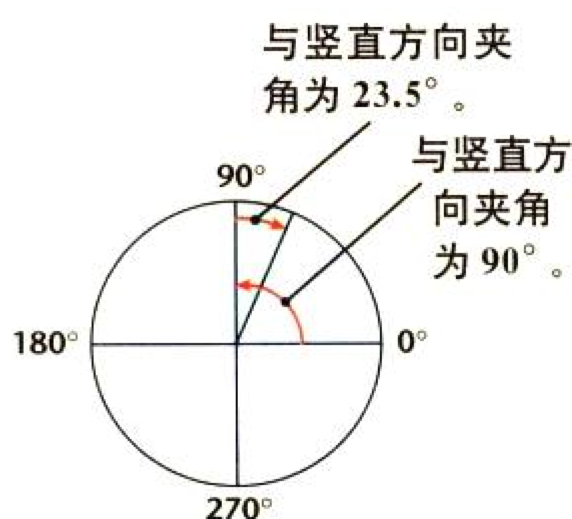
当地轴北端向着太阳倾斜时，北半球是夏季。与此同时，地轴南端则离开太阳倾斜，其结果是南半球为冬季。

夏季与冬季不受地球与太阳距离变化的影响。实际上，当北半球是夏季时，地球与太阳之间距离正好最大。

数学工具箱

角

当两条线交汇于一点，就形成了角。角以度为单位（以“°”为符号）。一周有 360°。

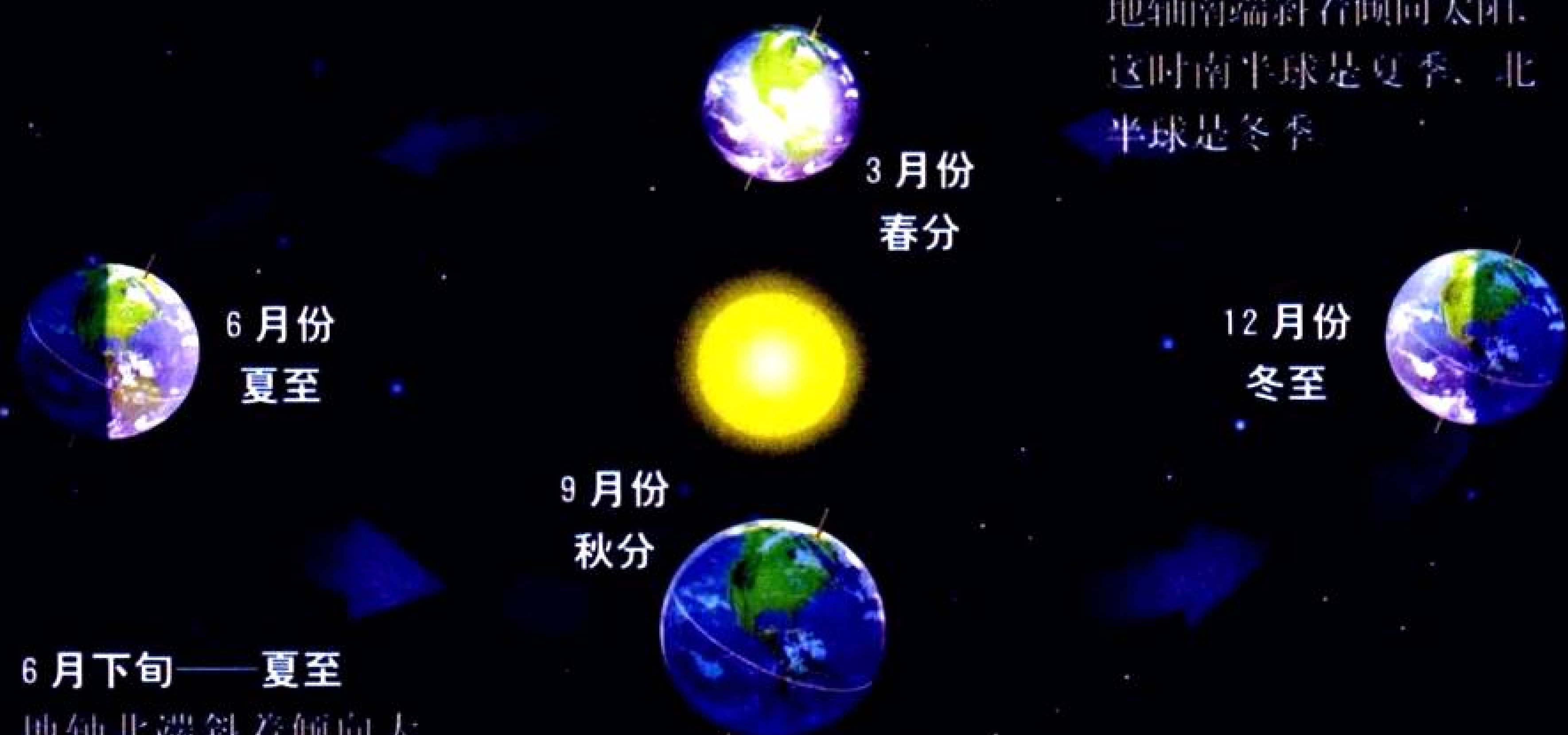


地球的轴偏离竖直方向 23.5°。当中午的太阳在赤道附近正上方时，太阳与地平线形成的角为90°，这时，该角是一周的几分之几？

探索 季节

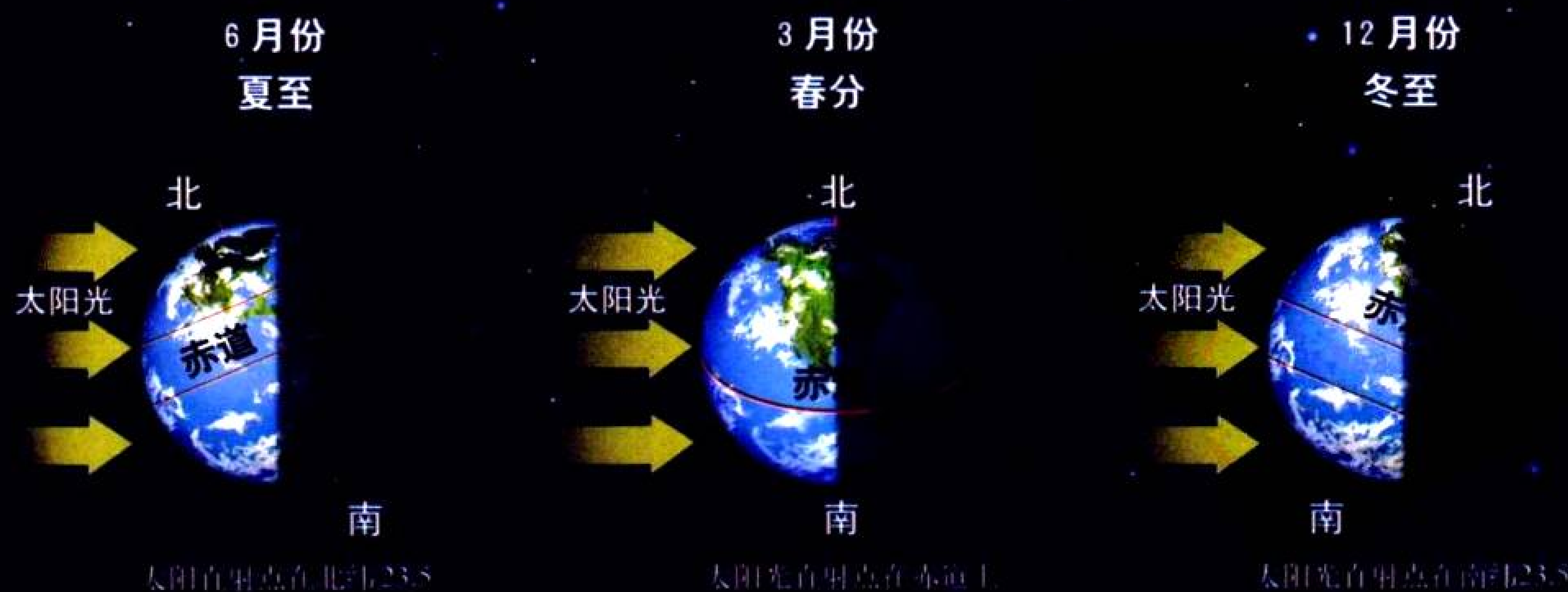
地球围绕太阳公转时，地轴的倾斜造成了每年季节的更替。

12月下旬——冬至
地轴南端斜着倾向太阳，这时南半球是夏季，北半球是冬季。



6月下旬——夏至
地轴北端斜着倾向太阳，这时北半球是夏季，南半球是冬季。

3月下旬及9月下旬——春分和秋分
地轴两端都不向太阳倾斜，这时两个半球收到了同样多的太阳能量。



太阳直射点在北纬23.5

太阳光直射点在赤道上

太阳光直射点在南纬23.5

6月的地球　6月份时，地轴的北端朝太阳倾斜，于是，正午的太阳便处于北纬23.5°的上方。**纬度(latitude)**表示地球表面某地离赤道的距离，即该地铅垂线与赤道面的夹角，它以度数来表示。(赤道位于“0”纬度，北极位于北纬90°)

斜着倾向太阳的半球比斜着倾离太阳的半球有更多的日照时间。阳光直射北半球，且日照时间又长，其投向北半球地面的热量要比一年中的其他时间都要多，这时北半球是夏季。

与此同时，在地球赤道以南的任何地方，太阳光是斜射的，日照的时间也较少。其投向南半球地面的热量比一年中的其他时间都要少，这时南半球是冬季。

12月的地球　再看一下“探索季节”那一节，12月21日前后，正午的太阳处于南纬23.5°的正上方，南半球的人们享有最多的直射阳光，所以那儿正值夏季。同时，北半球的太阳光线是斜射的，日照时间也较短，所以这时北半球就处于冬季。

6月和12月　每年有两天，正午的太阳分别处于南纬23.5°和北纬23.5°的正上方，于是其中任何一天都称之为**至日(solstice)**。正午的太阳在南纬23.5°正上方的那一日，便是北半球的冬至，亦是南半球的夏至。这个至日出现在每年的12月21日前后，是北半球一年当中白天最短的一天，同时也是南半球一年当中白天最长的一天。



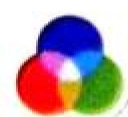
图1-3　春季是介于春分和夏至之间的一个季节。春季渐暖的气温，最适宜栽种诸如紫罗兰等花卉。

与此相似，在6月21日前后，正午的太阳处在北纬23.5° 的正上方，这时就是北半球的夏至，也是南半球的冬至。



图1-4 这只饥肠辘辘的熊在阿拉斯加的一个山洞中已冬眠了长长的一个冬天。

运用概念 *在整个冬季里，这只熊为什么不那么活跃？*



3月和9月的地球 在冬至和夏至时段之间的正中央时刻，北半球和南半球都不向太阳倾斜，这种情况一年中只有两天。在这两天中，正午的太阳处在赤道的正上方。

这两天都称为**分日(equinox)**，意思就是“与白天一样长的夜晚”。在分日，黑夜和白天是一样长的。**春分(vernal equinox)**出现在3月21日前后，它标志着北半球春季的开始。**秋分(autumnal equinox)**一般出现在9月23日前后，它标志着北半球秋季的来临。



与生命科学的综合 在美国许多地区，季节的更替会影响各种生物的生长。在春、夏两季，每天太阳照射的时间较长，而且高悬天际。温暖的季节里，许多植物生长茂盛。因为植物长得多了，食草动物从小昆虫到庞大的鹿等，就有了更多的食物。

秋天，黑夜变长，这就意味着有些植物开始停止生长，有些植物开始落叶。由于食物减少，黑熊和其他动物便进入了冬眠状态，在此期间，他们只消耗极少的能量。其他动物，诸如众多的鸣禽和水禽，便向食物充足的温暖地区迁徙。

第一节复习

1. 解释白天和黑夜的形成过程。
2. 形成季节更替的两个因素是什么？
3. 比较公转和自转。
4. 至日和分日指的是哪两天？这两天太阳光线与地轴的位置如何？
5. **理性思维** **因果推断** 地球和太阳之间距离的变化对引起季节的更替很重要吗？请给予解释。

课题 1

检查进度

开始记录你每天对月球的观测。画出你打算进行观测的场地的简图，并指出哪边是北，哪边是东，哪边是南，哪边是西。每天晚上观测并记录月球的方位。你需要估计月亮的地平高度。你可以用伸展手臂、紧握拳头的方法估测。高出地平线一拳为10°，两拳为20°，以此类推。

技能实验室

观察

季节产生的原因

在这个实验室里，你将用一个地球—太阳模型来观测引起季节更替的因素。

问题

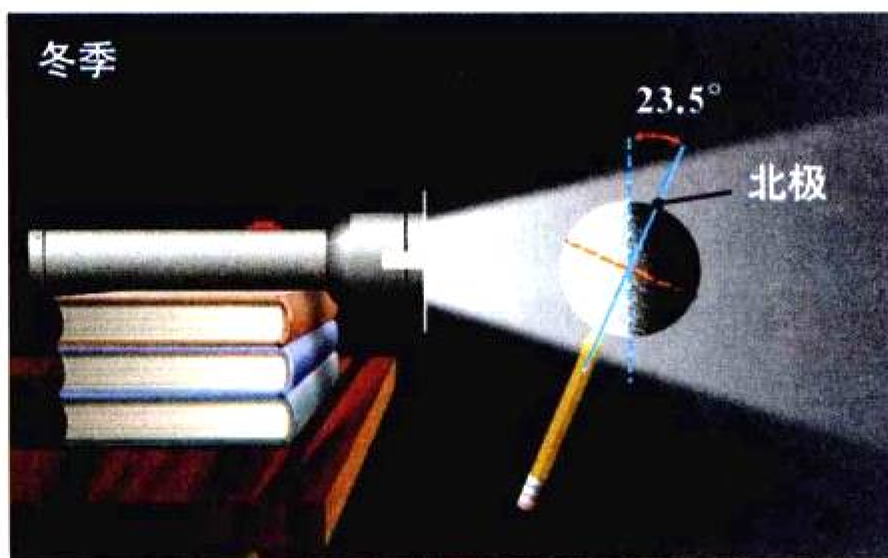
在地球绕太阳公转时，地轴的倾斜对地球接收太阳的光和热起着什么作用？

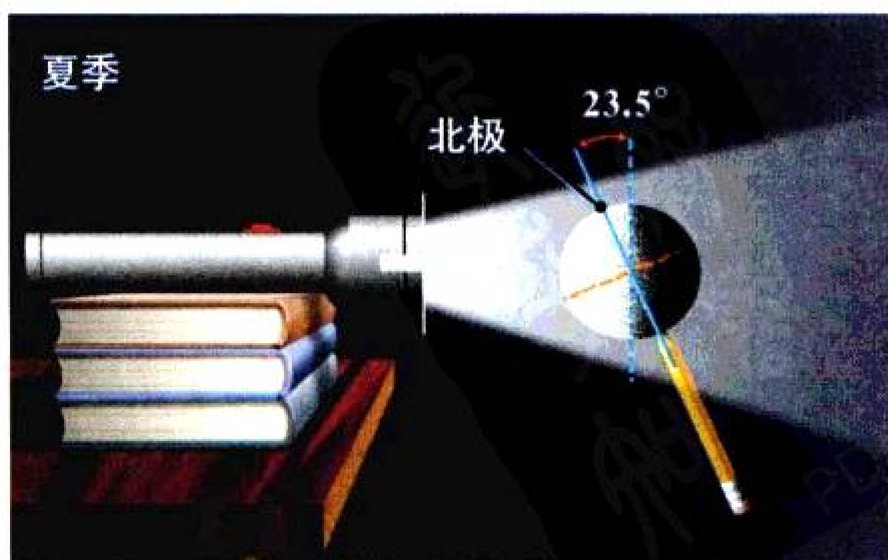
材料

一些书本　一个手电筒　纸张
铅笔　量角器　牙签
一张画有坐标方格的醋酸纸
一个标有两极和赤道的泡沫塑料球

步骤

1. 将书本叠到约15厘米高，把房间里的灯光调暗。
2. 把醋酸纸粘到手电筒玻璃上，把手电筒放在书堆上。
3. 把铅笔小心插进那个当作地球的泡沫塑料球的南极点。
4. 用量角器量一下，使地球模型的地轴与“手电筒太阳光线”成23.5°倾斜，如右上图所示。这用来表示冬天。
5. 握住铅笔，使地球处于23.5°角度的倾斜，并将它放在离手电筒约15厘米处。打开手电筒光。
6. 把醋酸纸上的坐标方格衬映在地球上。需要的话，可以把地球向手电筒靠近一些，或者把房间里的灯光调暗一点。请观测并记录在赤道和两极附近的方格的形状。
7. 约在赤道和北极距离的中间，小心地把牙签笔直插入，观测并记录牙签影子的长度。
8. 不改变倾斜度，转动铅笔使地球模型绕它的地轴旋转一周。观测并记录牙签的影子是如何变化的。
9. 如下图所示，使地球模型以23.5°的角度向手电筒方向倾斜，这是夏季。观测并记录分别在赤道和两极附近方格的形状，并观测牙签的影子是如何变化的。
10. 让地球模型自转，观测地球球面上影子变化的形式。





分析和结论

1. 当北半球处于冬季，地球上的哪些区域获得的日照最强？当北半球处于夏季，地球上哪些区域获得的日照最强？
2. 从你的不同观测中，比较一下在冬季(见步骤6)和夏季(见步骤9)里，太阳光是如何照射在北纬45°地区的。
3. 如果透过醋酸纸投射在地球上的坐标方格变大了，那么你对分散在每一方格上的太阳热量可以作什么推断呢？
4. 根据你的观测结果，地球上哪些地方始终都是最冷的？哪些地方始终是最暖和的？为什么？
5. 在一年中的哪个时候牙签在阳光照射下的影子最长？哪个时候影子最短？
6. 每个方格上得到的光和热的数量与太阳光线的入射角度有什么样的关系？
7. **想一想** 你怎样用从地球—太阳模型中得出的观测结果，来解释季节形成的原因？

进一步的探索

你可以通过测影棒产生的影长来得出太阳光是怎样直射到地球表面上的。你可用一根长约1米的棒或柱，在老师的帮助下把它一部分插入地里，但是棒不要让人摇拽拨动，要直立地面。每个月的第一个中午，测量一下棒的影子长度。影长越短，说明太阳光越接近直射地面。在一年中的什么时候影子最长？什么时候影子最短？你的观测结果，怎样有助于解释季节的变化？



SECTION 2

相、食和潮汐

探 索 **活 动**



月球是怎样运行的

1. 把一个两角五分的硬币平放在桌子上来代表地球，再在桌上放一个一便士硬币来代表月球。
2. 因为月球的一面总是朝着地球的，所以月球绕着地球公转一周时，要让林肯的脸始终朝着地球。那么这个便士硬币自转一周需要多长时间？

思考

推论 从地球上看月球，人们能看出月球在自转吗？请自己解释这个问题。

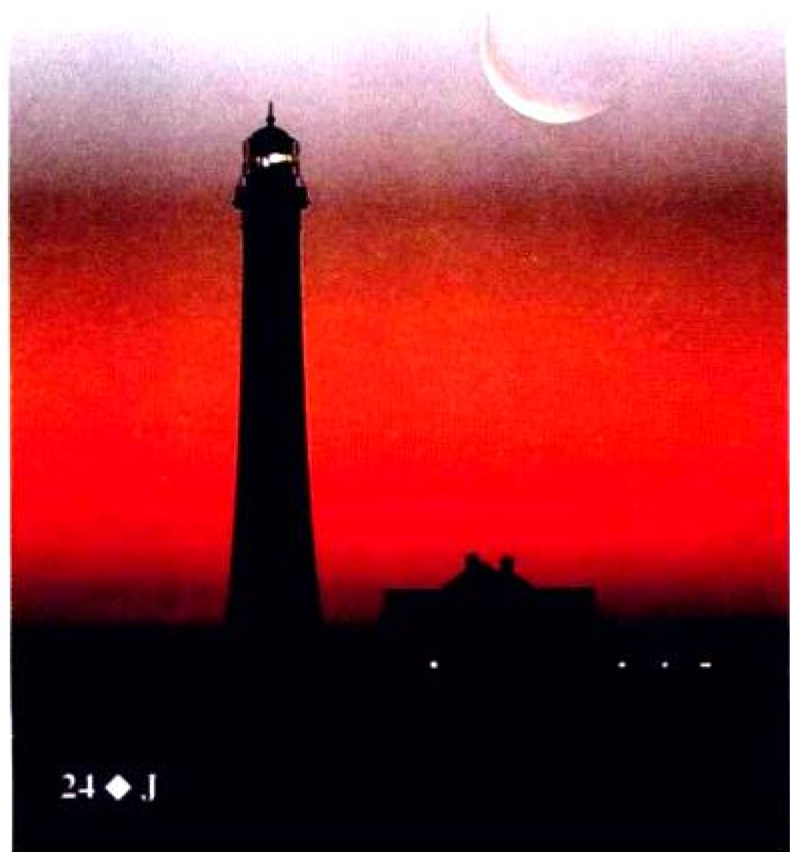
阅读指南

- 什么原因导致了月相？
- 什么原因引起了日食和月食？
- 什么原因引起了潮汐？

阅读提示 在你阅读的时候，写一个句子来说明是什么引起了月相、日食、月食和潮汐。

月球是地球在太空中最近的一个邻居，它比任何一颗行星离地球都要近。事实上，从地球到月球的平均距离仅仅是地球直径的30倍，尽管如此，月球离地球还是很远很远的。月球到地球的平均距离为384 400千米。如果能有一条高速公路直接通往月球，并且你以每小时100千米的速度前进，那么从地球到月球也得需要5个多月的时间。

月球和地球一样在太空中运行。当月球绕着地球公转，而地球绕着太阳公转的同时，三者的位置也在相应地发生变化。**这三者位置的变化引起了月相、日食、月食和潮汐。**



◀ 纽约火岛上空的一钩新月

月球的运行

月球绕着自己的轴自转，同时绕着地球公转。月球绕地球公转1周需要27.3天。就像地球绕太阳公转的轨道一样，月球绕地球公转的轨道也是一个椭圆。月球慢慢地绕它自己的轴自转，每转1周需要27.3天。因为月球绕地球1周也需要27.3天，因此在月球上“1天”和“1年”的长度是相等的。如果做过上面那个探索实验，你就会看到，月球的同一面，即“靠近的一

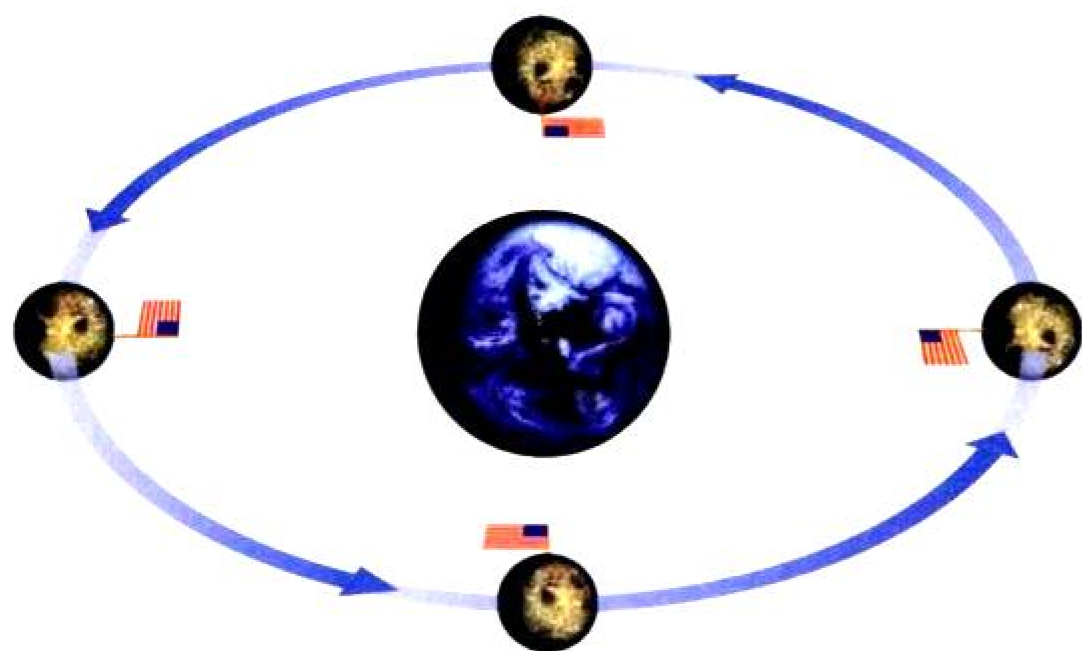


图 1-5 月球绕地球公转 1 周同月球绕自己的轴自转 1 周的时间是相同的。这样的结果是，靠近地球的一面(以旗子为图示)总是朝着地球。

面”总是对着地球的。所以你在地球上无法看到另外那一面。

☑ ***想一想　月球绕地球公转 1 周需要多少天?***

月相

在一个皓月当空的夜晚，明亮的月光使人难以入睡。但是你所能看见的月光，并非是月球本身所发的光，而是它反射了太阳的光。假如你把手电筒带入一个漆黑的房间，用手电筒光照在椅子上，你就可以看到这把椅子，因为手电筒的光会从椅子上反射回来。如同椅子本身不能发光一样，月球本身也不会发光。你看到了月球，是因为太阳的光从月球上反射过来的缘故。

你看天上的月亮，有时候它是圆圆的，而有时候它则是一道细细的银边，叫做蛾眉月。你从地球上所看到的月亮的不同形状称为月相。月球绕着地球公转大约 1 个月，月亮才有一整套月相变化过程。

是什么形成了月相?　月相的形成是因为月球、地球和太阳三者之间位置的相互变化。太阳光照在月球上，因此几乎总是有半个月球在太阳的光照之中。不过，月球是绕着地球公转的，因此你就可以从不同的角度来观看月球。面朝地球的那半个月球，并非总是被太阳照亮的那半个月球。**你所看到的月相是由被太阳照亮的月球那一面有多少比例朝向地球来决定的。** 要知道月相的变化，请看下一页的“探索月相”。

社会研究

链　接

在人们发明灯具之前，月相对于计划安排活动来说是非常重要的。举例来说，靠近秋分的那个满月称为收割之月，而之后的那个满月称为狩猎之月。

阅读 DIY



找出一个由月相决定的事例，比如犹太人的逾越节，基督教的复活节，或是伊斯兰教的斋月。这些节日的日期是怎样算出来的?

探索 月相

本页中央的图是一幅从上方向下俯瞰地球和不同月相的示意图。太阳光从右侧射过来。图的外圈显示的是，当月球绕地球公转时，地球上的观测者看到的被太阳光照亮的半个月球的不同比例的情况。

上弦月

你看到的月球有一半被阳光照亮。



蛾眉盈月

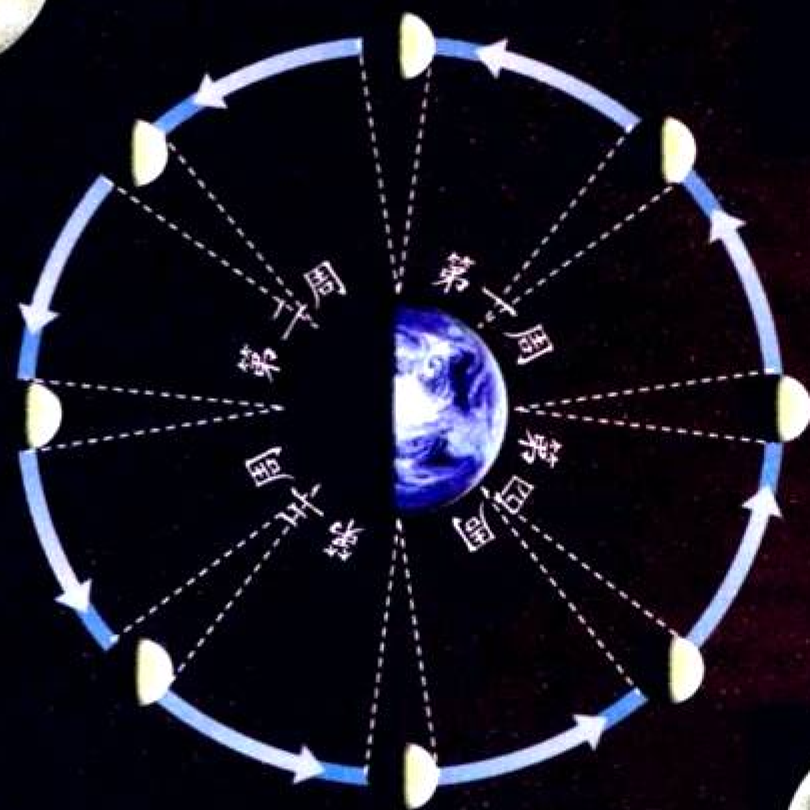
你看到的月球受光照耀的部分逐渐增加，此时的月相称为蛾眉盈月。



凸盈月

月球继续丰盈，此时的月相称为凸月。





新月

被阳光照亮的半个月球背对地球，正对地球的半个月球此时正在黑暗之中。



满月

你看到的月球全部被阳光照亮。



凸亏月

你看到的月球被阳光照亮部分逐日减少。



下弦月

你看到的月球有一半被阳光照亮。



蛾眉亏月

你又看到弯弯的蛾眉月。

月相的周期 在新月时，月球对着地球的部分是没有被太阳光照亮的。月球环绕地球公转时，你看到的月球被阳光照亮部分会日渐增多，直至看到全部的被阳光照亮部分。当月球继续在它的轨道上运行时，你会发现明亮部分又会逐渐减少。到结束时，大约需要 29.5 天之久。一个月的月相更替的周期结束后，你又能看见新月。

☑ ***想一想　既然月球本身不发光，你怎么能看见它？***

食

在一个阳光明媚的下午，你正在回家的路上，此时太阳开始逐渐消失，你会怎么想？会感到害怕吗？这种情况是不多见的，因为月球完全遮挡住了太阳。这时，即使是万里无云的正午，天空也会变得像夜晚一样的漆黑。气温会降低，天空的颜色也会变得令人发怵。如果你不知道发生了什么，你心里一定会很害怕的。

月球并非总是一直穿行于地球和太阳之间，也并非总是一直在地球背面运行。如图 1-6 所示，月球绕地球运行的轨道相对地球绕太阳运行的轨道是稍有倾斜的。所以，在大多数月份里，月球绕地球运行时，月球不一定会进入地球的影子中，月球的影子也不一定会落在地球上。

当月球的影子落在地球上，或者地球的影子落在月球上时，就会发生食。在太阳系中，一个天体位于太阳与第三个天体之间，这个天体的影子落在第三个天体上时，就会发生食。食分两种：日食和月食。

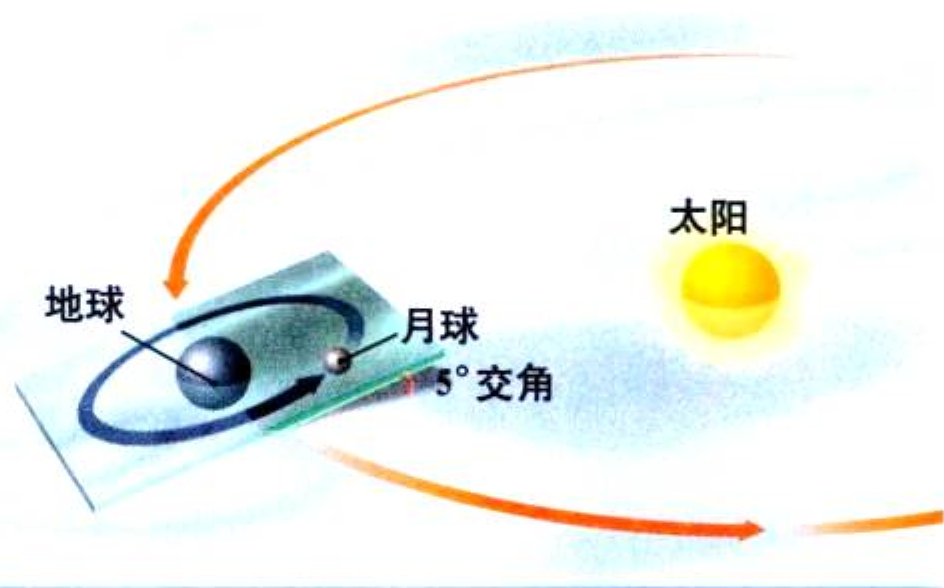


图1-6 月球运行的轨道和地球运行的轨道是有倾斜的。所以，月球不一定总是穿行于地球和太阳之间。

图解　月球运行的轨道平面和地球运行的轨道平面的交角是多少？

日食

在新月出现时，月球几乎正好处在地球和太阳之间。但大多数月份里，就如你看见的，月球在天上运行时，会稍在太阳上方，或略在其下方。当月球通过地球和太阳之间时，它挡住了太阳本来要射到地球上的光线。这样就形成了**日食 (solar eclipse)**，此时月球的阴影投到地球表面，就如图 1-7 所示。所以日食正是那个挡住了你看太阳的视线的新月所为。

日全食 月球阴影最黑的部分称**本影 (umbra)**，是呈圆锥状的。在这个本影的任何一处上，从太阳射来的光全部被月球遮挡住了。月球的本影长度恰好可以使本影锥顶点到达地球表面，并且地面上的本影截面不是很大。只有处在月球本影里的人才能看到日全食。在日全食时，天是黑的，你可以看见星星和日冕。日冕是太阳外围的一层稀薄的大气层。

日偏食 在图 1-7 中，你可以看见月球投下的另一个阴影，这个阴影要比本影淡得多。在这个称为**半影 (penumbra)** 的较大范围阴影中，从地球上可以看见太阳的局部。在日食时，处于半影中的人，只能看见日偏食。由于太阳的局部还是看得见的，因此在日偏食时，直接看太阳是不安全的(就如你平时不会直接朝太阳看一样)。

增进技能

建立模型 活动

以下教你如何绘制日食比例图。月球的直径相当于地球直径的 $\frac{1}{4}$，从地球到月球的距离大约是地球直径的30倍。按比例画出月球与地球，以及它们之间的距离。从月球的边缘出发，画一个三角形区域，涂以阴影。阴影要投射在地球上，以表示日食时月球的阴影。

提示：在纸的一角画出直径为 1 厘米的地球。



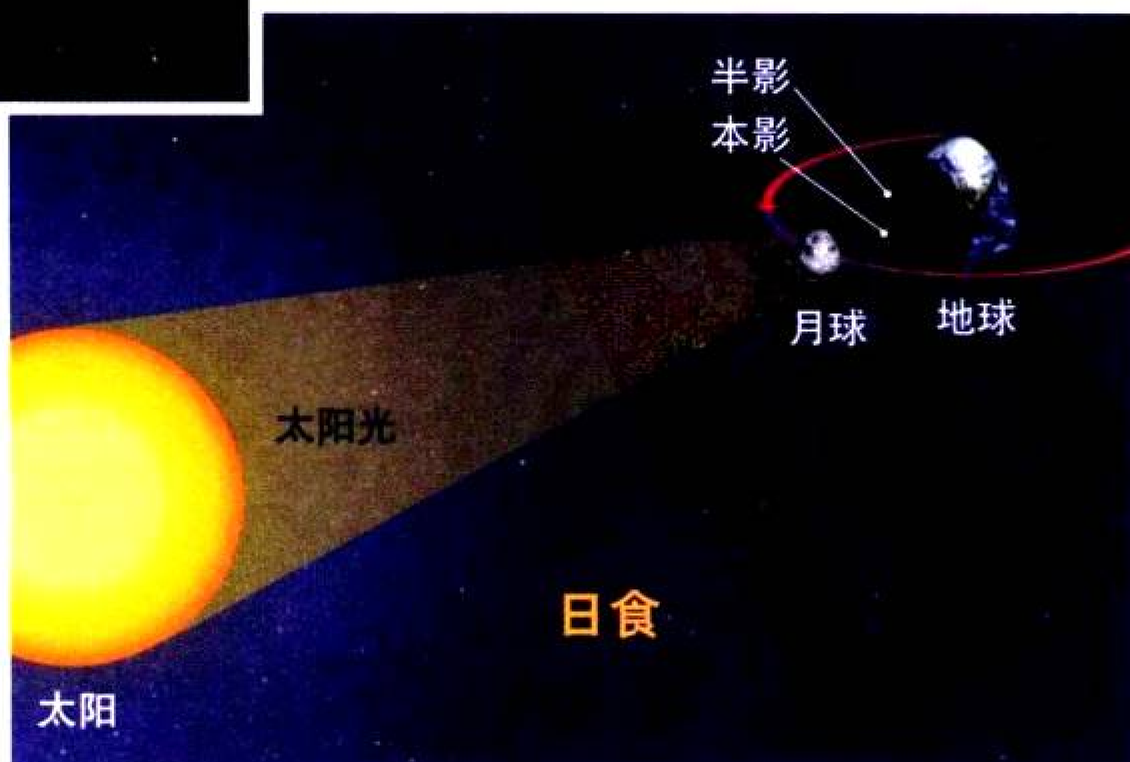


图 1-7 日食时，月球挡住了太阳光，使其不能到达地球表面。日冕，如上图所示，在日食时是能够清晰看见的。

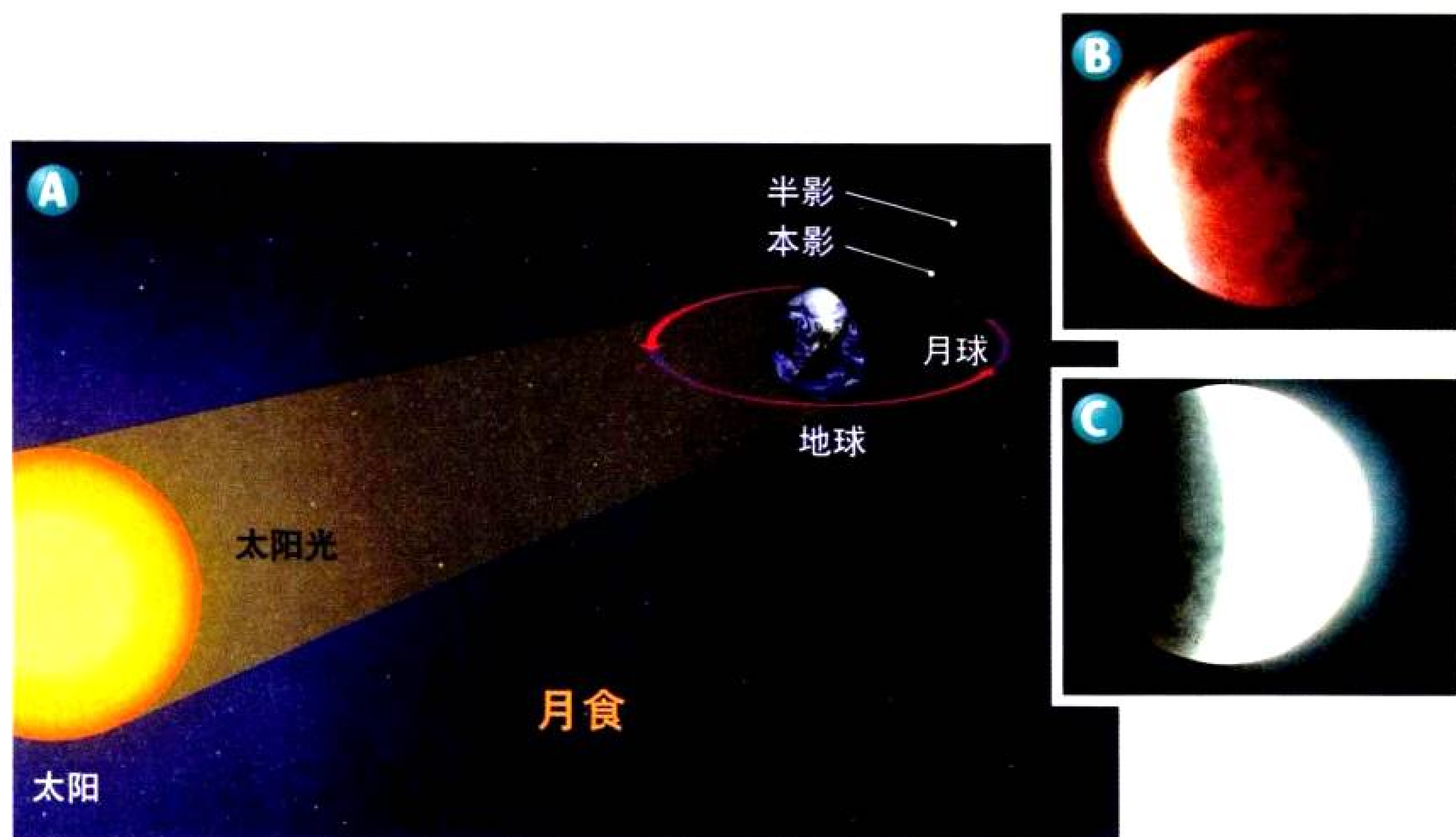


图 1-8 A. 月食时，地球挡住了射向月球表面的太阳光。B. 月全食时所拍摄的月球的照片。C. 月偏食时所拍摄的月球的照片。

图解 *地球本影和地球半影有什么不同?*

月食

在大多数月份中，月球会运行到地球阴影附近，但不完全进入。**月食 (lunar eclipse)** 发生在满月时，这时地球正处于月球和太阳之间。你可以从图 1-8 中看见月食。月食时，地球将射向月球的太阳光挡住，于是月球就处于地球的阴影中，从地球上看，月球就很暗了。因为满月时，月球是最靠近地球阴影处的，所以只有在满月时，月食才会发生。

月全食 和月球的阴影一样，地球的阴影也分为本影和半影。当月球在地球的本影中时，你会看见月全食，在月全食的前后，你可以看到地球投射在月球上的阴影。

与日食不同的是，月食发生时，能看到月球的地方就能看到月食。所以你看见月全食次数要比看见日全食来得多。

月偏食 大多数月食发生时，地球、月球和太阳并不是处于同一直线上的，因此就可能出现月偏食。当月球只有一部分进入地球本影区时，就发生月偏食。地球阴影的边缘是不太清晰的，你可以看到，地球阴影穿过月球需要两三个小时。

☑ ***想一想*** ***为什么月食只有在满月时发生?***

技能实验室

建 立 模 型

一"整月"的月相

在这个实验里，你将用一个"地球—月球—太阳"的模型去探索各种月相是如何发生的。

问题

什么原因形成了月球各种不同的月相?

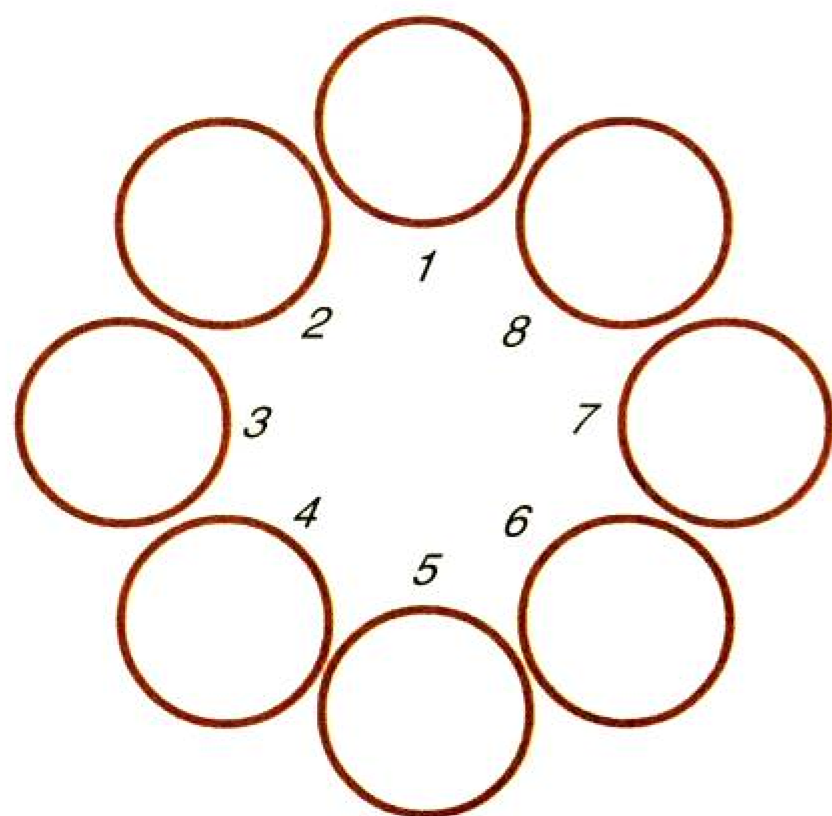
材料

一个装有一只150瓦灯泡的立地式灯座
一些有伸展性的细绳
数支铅笔
一些塑料泡沫球

步骤 

1. 在房间中心放置一盏灯，把灯罩拿掉。
2. 关上门，拉上窗帘，使室内的光线变暗，然后打开灯。
3. 将一支铅笔笔尖小心地插入一只塑料泡沫球体，这样这支铅笔可当作这只球的柄。
4. 在一张纸上画8个圆圈，并给它们进行1～8编号。
5. 让你的伙伴持着球，把球持在前方一手臂远的地方。让球体略高于他(她)的头部，球要在他(她)与灯之间。

   注意：不要直视灯泡。
6. 球必须距离灯1～1.5米，调整一下球与灯的距离，使灯光可以照亮球体。
7. 站在你伙伴的正后方，观察一下，那只对着你的球的哪一个部分被灯光照亮了。如果你可以看到射在球体上的光线，请在第一个圆上画下被照亮部分的形状。
8. 让你的伙伴向左转体45°，球仍旧在前方一臂远的地方。
9. 重复步骤7，你还是要站在你伙伴的正后方。
10. 重复6次步骤8和9，直到你的伙伴再次到面对灯泡的位置。然后看看那8个不同位置的图画。
11. 改变不同位置，再重复步骤4～10。



分析与结论

1. 在你的模型中，你用什么来代表地球？用什么代表太阳？用什么代表月球？
2. 请回过头来参看你所绘制的 8 个圆圈，当你面对灯泡时，你见到球体有多少部分被照亮了？
3. 把你绘制的各个圆圈分别标上相应月相的名称。哪个圆代表满月？哪个圆代表新月？哪个圆代表娥眉盈月？哪个圆代表娥眉亏月？
4. 在每一次转动后，你看到球体有多少部分被照亮了？
5. 不管你是否能看到，该球表面总是有多少面积被灯照亮的？新月的阴暗部分是由月食所引起的吗？请对你的回答进行解释。
6. **思考** 制作模型对你解释各种月相起了什么帮助？用模型做实验又有哪些缺点？如何用另一种模型来表现月球的各种月相？

进一步的探索

设计一个模型来演示月食和日食，你会分别用什么物体代表地球、太阳和月球？请用这个模型来说明，为什么不是在每一个满月和新月时都会发生食现象？






图1-9 位于加拿大新不伦瑞克的一群名叫荷泊威尔的礁石堆，在涨潮时，下部被海水淹没。只有在退潮后，人们才能在海滩上的礁石间漫步。想像一下，如果人们在沙滩上逗留的时间太长，可能会发生什么事情？

潮汐

你可曾在海滩上用沙子筑过城堡吗？它是不是被上涨的海水冲掉了？呆在海边的人能亲眼目睹**潮汐 (tide)**的涨落，呈现很有规律的周期性，大约每隔12.5个小时发生1次潮涨潮落。海水大约涨6个小时，在接下来的6个小时内再徐徐退去。

是什么引发了潮汐 由于**万有引力(gravity)**的作用，月球和地球(包括地表水)相互吸引。两个物体之间的万有引力取决于物体的质量大小和它们之间的距离。**发生潮汐的原因，主要是由于月球对地球的不同部分施加不同的引力之故。**

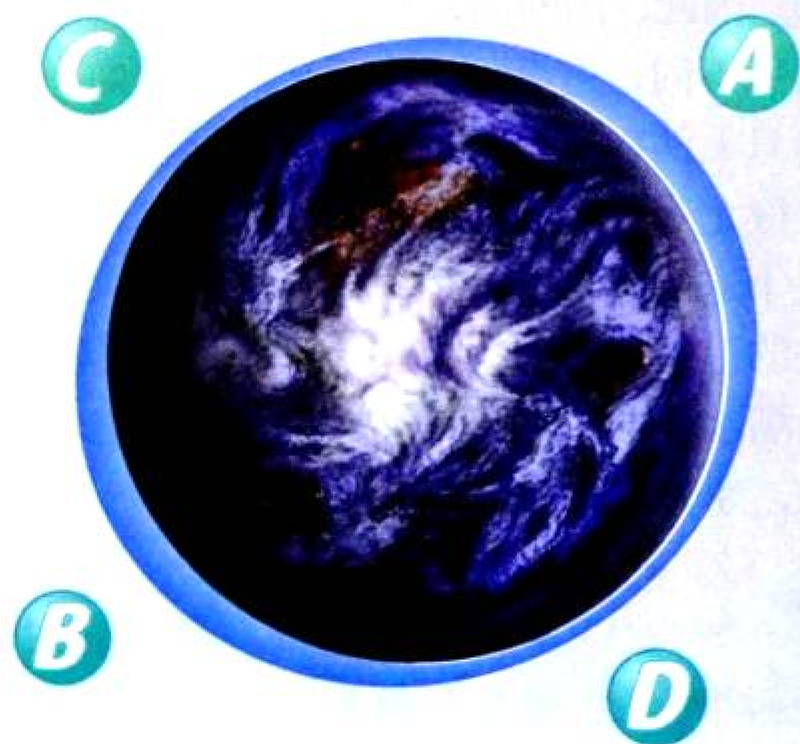
地球自转时，月球的引力把地球上的水拉向地球上离月球最近的一处。假如这是惟一的缘由，那么地球上只有一处是高潮，即发生在靠月球最近的地表上那一处。事实上，在地球的背面还有一处是高潮，因此，关于潮汐的解释肯定比上面的说法来得复杂。同时产生这两处高潮的原因就在于不同两地的引力是各不相同的。

涨潮 参阅图1-10。月球对离它较近点A的引力要大于对地球其他部位的平均引力。于是海水涌向A点，这就引起了A处高潮。

月球对离它较远的B点的引力要比它对地球其他部位的平均引力弱。这样，地球整体被拉向月球的引力要大于B点上的水所受的引力，于是，B点的水被“拉落后”了。海水涌向B点，因此在那儿也形成了一个高潮。

☑ ***想一想*** ***为什么地球上前后两个相对应的地点会同时涨潮？***

高潮和低潮



***A* 点**
离月球最近的点。在这一点上，月球对地表水的引力要远大于它对地球其他部位的引力。于是水流向 *A* 点，形成高潮。

***B* 点**
离月球最远的点。在这一点上，月球对地表水的引力要远小于它对地球其他部位的引力。地球球体从这一点上被吸起，水则被抛在其后。这些被抛在身后的水形成另一个高潮。

***C* 点和 *D* 点**
两个高潮间的低潮点。

图1-10 潮汐主要由月球对地球不同地区间的引力差异而引起。

潮汐周期 海水从 *A* 点和 *B* 点之间的 *C* 点和 *D* 点流走，于是在 *C*、*D* 处形成了低潮。图 1-10 表明，无论何时，地球上总有两处是高潮，另两处是低潮。随着地球的自转，一个高潮始终处在向着月球的地方，另一个高潮则始终处在背着月球的地方，地球上的任何一处都会有两次高潮和低潮，且25小时循环一次。

大潮和小潮 太阳引力同样对地球上的水产生作用。每当新月升起时，太阳、月球和地球就会几乎排在同一条线上，如此现象每月会发生一次。太阳和月球的引力朝同一方向使劲儿，这股合力产生一种在高潮和低潮间差异最大的潮，称为**大潮 (spring tide)**。

你认为满月时会出现什么情况呢？这时月球和太阳分处地球的两侧。但是既然地球两侧都有高潮，满月时大潮照样发生，或者说只要太阳、地球和月球三者排列在一条线上，不管它们的排列次序如何，都发生大潮。大潮每月两次照例会在新月和满月时发生。

同样每月两次，在上弦月和下弦月期间，地球和太阳的连线与地球和月球的连线成直角，这就使得太阳的引力与月球的引力成直角。在这种情况下产生的是高潮和低潮差异最小的潮，称为**小潮 (neap tide)**。

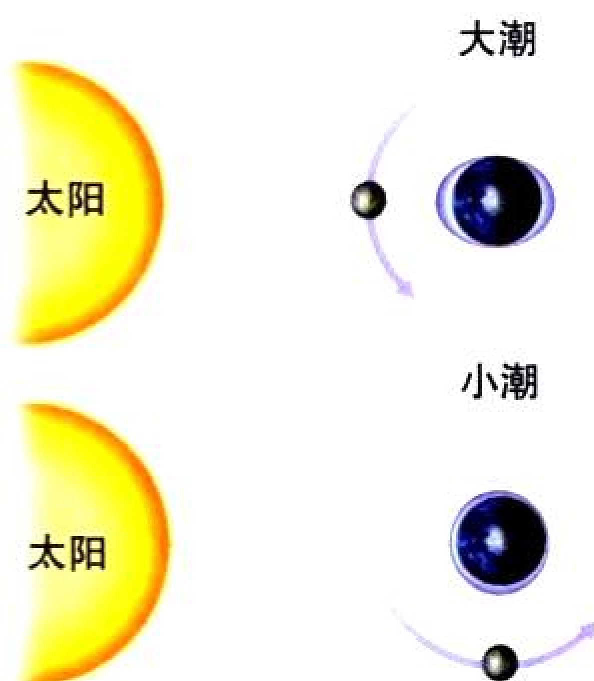
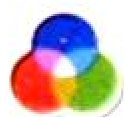


图 1-11 当地球、太阳和月球成一直线时(上图)，就形成大潮。当月球、地球和太阳三者构成直角时(下图)，就形成小潮。

地区潮流影响　并不是地球上每一个地方都有1日两次有规则的潮汐涨落。海湾和港湾的形状以及海床都会影响到水的流动。因此，潮的高度和时间甚至在两个相邻的地区都会有所不同。退潮时，礁石会露出水面，水位过浅会导致船只无法航行，所以船员在航行时保持与潮流同步，就显得尤为重要。甚至现在，有时你还可以在报纸上读到关于退潮时搁浅的船只，要到下一次涨潮时才能继续前进的消息。有时候，潮汐会在河口溯流而上，影响河流。当潮水到来时，河口的水会逆流而进；当潮水退去的时候，水又重新向下游流回大海。

图1-12　在华盛顿州奥林匹克国家公园里，退潮时一只只紫色海星在潮间带吃着甲壳动物。这两类动物都有保持自身湿润，适应在多变的潮间带环境中生存的能力。





与生命科学的综合　在许多海滩上，都存在着一条地带，称为潮间带，即在涨潮时，它淹没于潮水之下，退潮时成为干地。在潮间带上生存的动物，都必须适应这种多变的生活环境。例如海星，在它们的触手之下，就有强有力的吸附结构，这使海星得以牢牢固定在潮间带地表上，不会随着潮涨潮落而被水冲走。海底甲壳动物的外表有坚硬的盘状物，可以紧密地闭合。通过这种办法，甲壳内就得以保留一定的海水，以保证退潮时它们柔软的身体依然湿润。



第二节复习

1. 为什么随着月球的运动，会有不同的月相？
2. 描述发生日食和月食时，地球、月球、太阳三者的位置关系。
3. 请解释每天两次高潮和低潮的原因。
4. 为什么说在月球上“一天”和“一年”的长度是相等的？
5. **理性思维**　**图解**　画一张表示在月食时的月相图像。

课题 1

检查进度

把你的观测记录表带到班上和同学们一起研究。每天从报纸上查出月升月落的时刻，并记录这些信息。如果有可能，请你观测月升月落的现象并作记录，甚至在白天也可以这么做。用你绘制的图来记下你观测到的月球轨迹方位。

SECTION 3 火箭和卫星

探索 **活动**

火箭是怎样工作的

1. 戴上护目镜，给一只气球充满气，用手堵住气眼。
2. 把气球朝向没有人的地方，让另一只空余的手放在气眼后面，当你松开气眼气球飞出时，你会感觉到气流对手的冲击。
3. 手从气眼后面挪开，再重复步骤1和2。

思考

观察 空气向哪个方向喷出？气球向哪个方向飞出？气球要靠喷出气体来前进吗？请对你的答案作出解释。

对地球“邻居”的好奇心，使得月球探测器、航天飞机、空间站和火星探测器等相继出现。但是如果没有火箭的帮助，所有这些任务不可能完成。

阅读指南

- 火箭如何在太空飞行？
- 人造卫星和空间站的作用是什么？

阅读提示 在阅读之前，用怎么样、为什么、什么等疑问词重写标题。在你阅读的时候，请找出问题的答案。

火箭的工作原理

火箭的工作原理和气球通过释放气体后获得空气推力而前进的原理在很大程度上是一样的。**火箭尾部排出的气体使火箭向相反方向推进**。这是一个基本的物理力学定律，即作用力与反作用力大小相等，方向相反。例如，气球喷出空气，有个作用力；空气对气球就有一个大小相等的反作用力来推动气球前进。

火箭中的燃料燃烧产生炽热的气体，这种炽热的气体从火箭尾部狭窄的喷嘴中喷出，从而推动火箭前进。

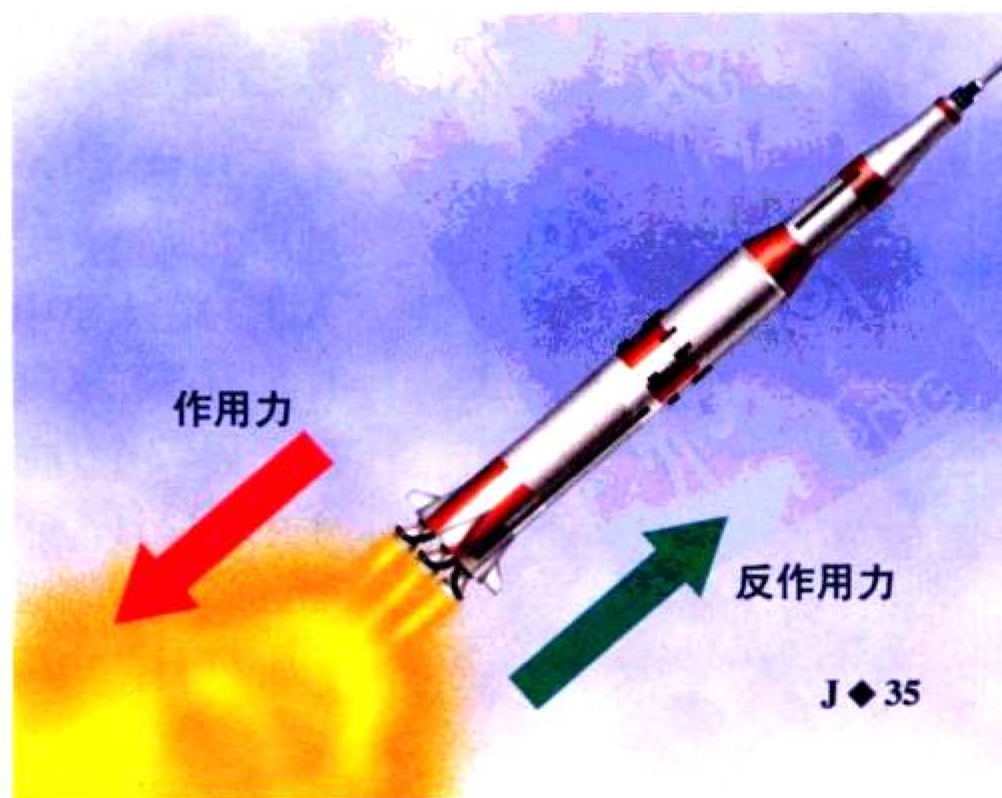


图1-13 热气流从火箭尾部引擎中喷出。火箭对气流有个作用力，同时气流的反作用力推动火箭前进。



3a 第二级脱离后落到地面。

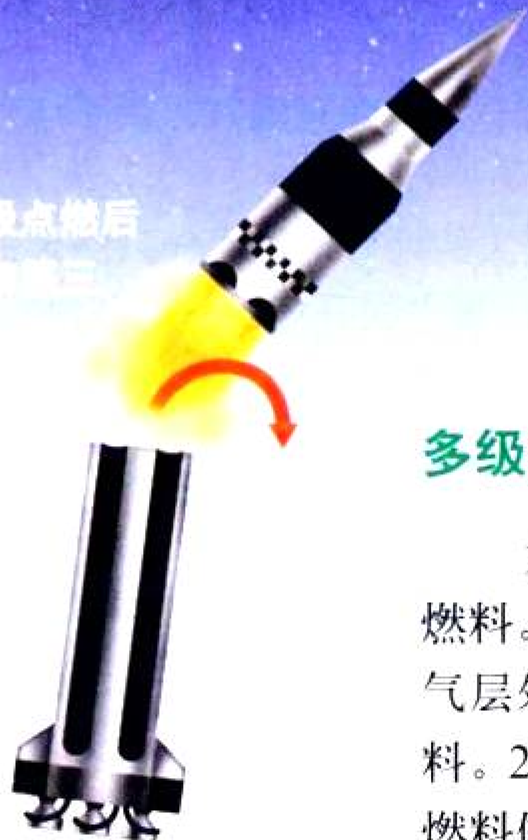


图 1-14 多级火箭一般由三级组成。每级火箭在燃完燃料后脱落，由下一级紧接着代替前一级工作。只有第三级的一部分才能到达火箭的目的轨道上。

第三级

第二级

第一级

多级火箭

大约在公元 1000 年，中国人制造的早期火箭用火药作燃料。但火药燃烧既太快、又易爆。因此，设计要在地球大气层外飞行的火箭，需要一种燃烧既缓慢、又连续不断的燃料。20 世纪 20 年代，美国科学家罗伯特 · H · 戈达德用液体燃料做实验，证明了液体燃料能提供持续不断的动力。而另一些固体燃料也能燃烧得既慢、又持续。

但另外一个问题仍旧没有解决掉，也就是说，火箭就只能携带那么些燃料，一旦燃料用光，火箭就会落到地面。1903 年，一个叫康斯坦丁 · 齐奥尔科夫斯基的俄罗斯人想出了多级火箭的新主意。当火箭的每一级用完各自的燃料后，空的燃料箱就脱落，接着下一级火箭会点燃，这样火箭就可以不停地朝目的地前进。

强有力的多级火箭在 20 世纪五六十年代的发展，使它有可能把火箭送到月球甚至更远的太空中去。图 1-14 为一枚与携带宇航员去月球的 “土星 5 号” 相似的火箭。在后面的第四节中，你将了解更多关于人类登陆月球的知识。

人造卫星

1957 年 10 月 4 日，前苏联将第一颗人造卫星送入围绕地球的轨道，世界被震惊了。**卫星(satellite)**是一些自然的或人工的在太空中绕天体运转的物体，就像月球绕地球公转一样。前苏联这颗卫星叫 “人造卫星 1 号”，它每 96 分钟绕地球一周。3 个月后，美国发射的 “探险者 1 号” 进入轨道。1961 年 4 月 12 日，一个名叫尤瑞 · 加加林的前苏联宇航员乘坐飞船环绕地球轨道飞行，成为第一个进入太空中的人。1970 年 4 月 24 日，中国第一颗人造卫星 “东方红 1 号” 发射升空。

自1957年以来，数以千计的人造卫星，包括一些空间站被相继发射进入轨道。**卫星和空间站用于通信、导航、收集气象数据和从事科学研究。**

卫星 人造卫星用来转接电话信号，测量地球大气，也用来拍摄云、庄稼、军队和船只。此外，24个全球定位卫星发出的信号能被地球上的小接收器收到，然后接收器能告诉你，你处在地球表面的哪个位置。

一些卫星是在**地球同步轨道(geosynchronous orbit)**上，这意味着它们绕地球公转的速度与地球自转速度相同。赤道上方的地球同步卫星固定于地球某一点上空。地球同步卫星用于转接电视信号和绘制气象云图。

空间站 空间站是一个大的卫星，人们在那里能住很长一段时间。第一个空间站是前苏联的“礼炮号”，它在1971年发射升空。1973年，美国发射了“太空实验室”空间站，它携带了一系列的望远镜，科学家在上面做了一系列关于医药、地质、天文方面的实验。前苏联在1986年发射了“和平号(Mir)”空间站，单词*Mir*在俄语中意为“和平”。包括美国在内许多国家的宇航员曾访问过“和平号”。现在，有美、俄在内的16个国家正合作建造国际空间站。

想一想 ***什么是地球同步轨道？***

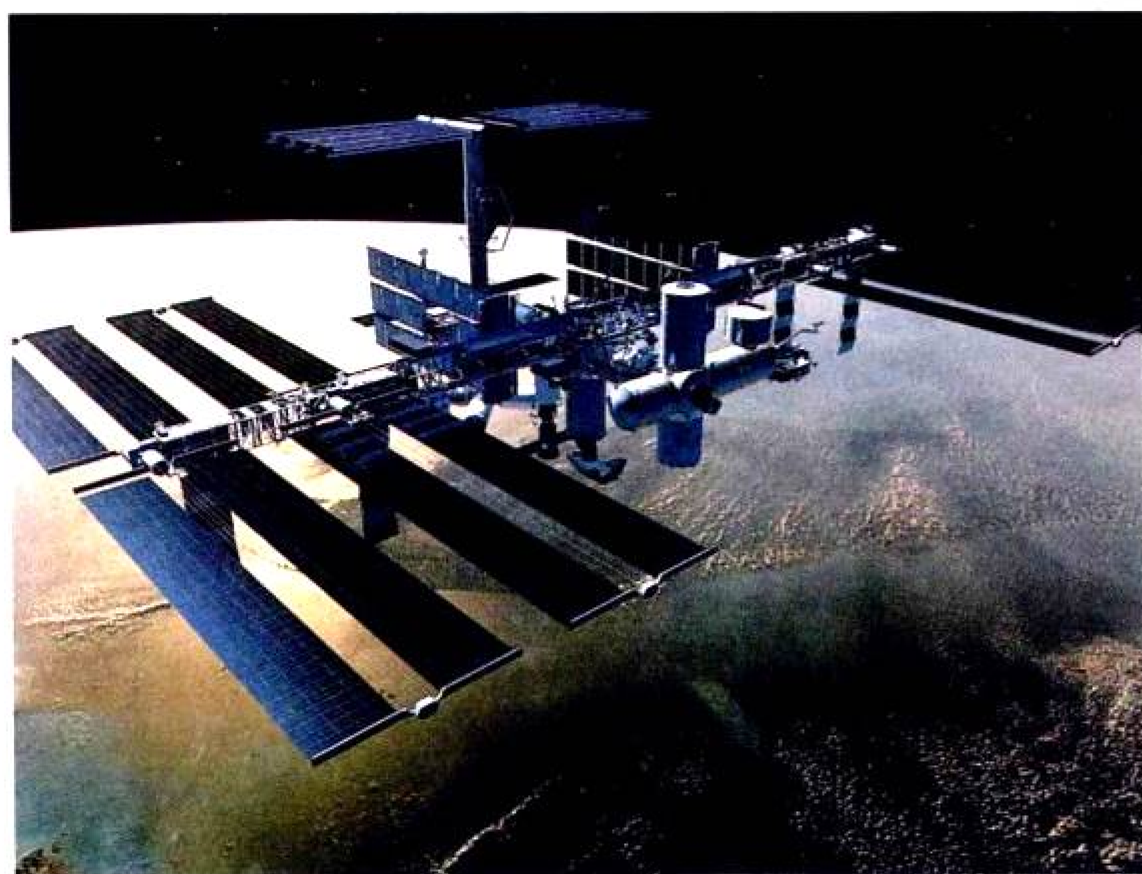


图1-15 国际空间站是一个包括美国、俄罗斯、日本和加拿大在内的16国的合作项目。这是一位艺术家构想的空间站，在佛罗里达上空轨道上飞行。

试一试

自制火箭

活动

1. 用一个塑料杯或纸杯作为火箭的箭身。用纸剪出一个圆锥，再把它粘在杯子底部。
2. 用一个空的胶卷盒，要带有盖子的，盖子要密封。然后去室外完成步骤3～5。
3. 在胶卷盒内加入的$\frac{1}{4}$的水。
4. 戴上你的护目镜，现在把水量一半的那种冒气泡时会发声的解酸性药片放入胶卷盒中，然后迅速盖上盖子。
5. 把胶卷盒放在地上，盖子朝下。把你的火箭盖在胶卷盒上，然后站远。



观察 在胶卷盒里面会发生什么情况？火箭会作什么反应？



图1-16 “发现号”航天飞机利用自身的火箭和捆绑式火箭发射进入太空。
推论 *可重复利用的航天器的一个优点是什么？*

航天飞机

20世纪六七十年代把宇航员送上月球的“土星5号”火箭的造价是非常昂贵的。另外，它们不能被重复利用，因为它们每一级下落时，就在地球大气层中烧毁了。20世纪70年代后期，美国国家航空航天局(NASA)研制出了可重复使用的航天飞机。之所以被称为航天飞机，是因为它们可以往返于地球和太空之间。自从1981年发射第一架航天飞机后，它们便成了美国运送宇航员和设备仪器到太空中去的主要工具。美国国家航空航天局正在研究几种新方案，以便找出能把人和货物送上太空的更好、更省钱的方法。最理想的工具莫过于航天航空飞机，它可以从机场跑道起飞，作太空飞行后又可在机场的跑道着陆。



第三节复习

1. 火箭是怎样工作的？
2. 列举说明卫星和空间站的三种用途。
3. 多级火箭中的哪一级到达最终目的地？
4. **理性思维** **对比** “土星5号”火箭与航天飞机有什么不同点？

身边的科学

采访某个还记得20世纪五六十年代太空事业发展的人。你要事先准备好问题，比如：当听到前苏联的人造地球卫星进入太空轨道运行时，你有什么想法？当你知道第一批美国人进入太空时，你又有什么想法？你是否看过任何太空飞行的电视节目？你可以对你的采访进行录音，然后以一问一答的形式写出来。

月球的结构和起源



图 1-18 月球的直径比横穿美国东西向的长度要略短一些。

月球的直径是3 476千米，它比横穿美国东西向的长度还要略微短些。这个直径的长度是地球直径的$\frac{1}{4}$。还有，月球的质量也只有地球质量的$\frac{1}{80}$。尽管(地球的)地核的密度非常大，但地球外层的密度却不是很大。月球的平均密度几乎和地球外层的密度相等。

人们一直在思考月球是怎样形成的。科学家们已经提出了好几种假设。比如，是地球在以前某个时候高速旋转时抛出来的物质形成了月球？月球是在太阳系的其他地方形成，然后又由于飞近了地球，被地球引力所俘获？或者是，月球在地球的附近，与地球同时形成的？但是科学家也找到了推翻这些假设的理由。

目前有关月球成因的所有假设中，证据比较充分的是一种称为碰撞论的假设，如图 1-19 所示。大约在45亿年前，那时地球还很年轻，有一个大小至少如火星的天体与地球发生碰撞。那个天体和从地球外层撞出去的物质进入了绕地球运行的轨道，最后，这些物质凝聚形成了月球。

从地球上看月亮

千百年以来，人们可以看到月亮表面的各种形态，但不明白这些形态是由什么引起的。古希腊人认为月亮表面是相当光滑的。直到400年前，科学家们才能够比较细致地来研究月球。



图 1-19 这幅电脑模拟图显示了月球成因的碰撞假设。在这个假设中，一个巨大的天体撞击了地球，由此产生的残骸形成了月球。

1. 一个巨大的天体撞击地球。
2. 地球外层的物质被撞碎脱离。
3. 该天体和地球外层的物质被抛入了轨道，在轨道中的这些物质形成了月球。

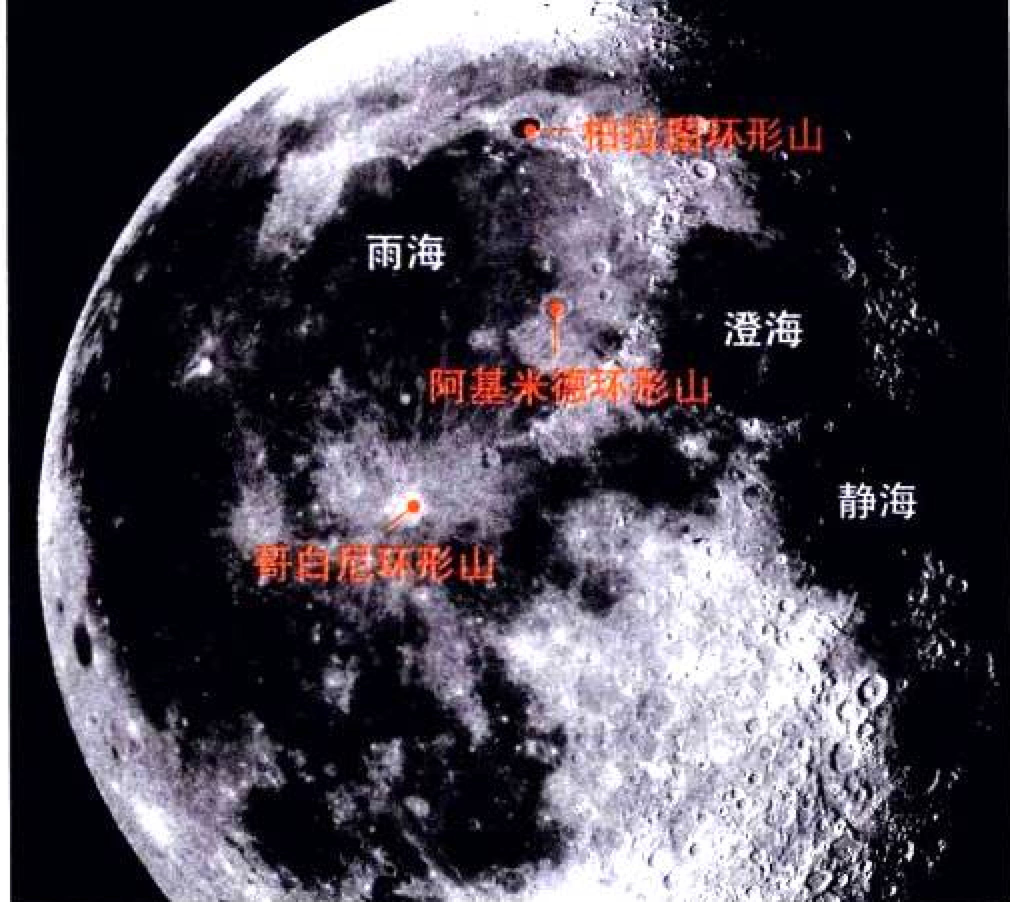


图 1-20 天文学家已经给月球上许多环形山和月海冠以名字。其中名为“哥白尼”的环形山是最大的环形山之一。

1609年，意大利天文学家加利莱伊·伽利略听说有人发明了这样一种仪器，它可以使远处的物体看起来更近些。伽利略把两块透镜放置在一个木制筒的两端，很快就做成了他自己的**望远镜(telescope)**。这两块镜片将射入木制筒的光线聚焦，从而使得远处的物体看起来要近得多。当伽利略把望远镜对准月球时，他所看到比他以前的任何一个人看到的都要详细。**月球的表面形态包括众多的环形山、高地和月海。**

伽利略看到月球表面的许多地方都布满了圆形的坑，叫做**环形山(crater)**。有些环形山的直径有数百千米。300年来，科学家们一直认为环形山是由于火山喷发所形成的。但是，大约在50年前，科学家们得出结论，这些环形山是由于受到来自太空的许多流星体和岩石的撞击所形成的。

伽利略推断认为，月球表面另外一些特征是高地或山脉。因为他看到了由这些高地的顶峰和环形山突起的外缘形成的月影。

月球的表面还有许多暗黑而平坦的区域，伽利略称它们为**月海(maria)**，在拉丁语中，*maria*是“海”的意思。伽利略认为月海所在的地方可能就是海洋。科学家们现在知道在月球上没有海洋。月海是数十亿年前由熔化的物质漫溢而形成的低矮且干燥的地区。因为从地球上看，你总是看到同样的一些月海，所以可以断定，月球总是以同一个面来对着地球的。

想一想 ***什么是月海？***

直观的艺术 链接

当伽利略观测月球的时候，他画了如下的图画。伽利略受过美术方面的训练，所以他能像美术家一样解释他的观测结果。光和影在美术中用来表现立体图像。



伽利略根据他看到的月球上的光和影现象，得出结论：月球表面是不平坦的。

阅读 DIY

在明亮的灯光下，放置好一些物体，画出这些物体的轮廓，然后观察它们的影子落在什么地方，并把这些地方涂黑。仔细涂出阴影，以使你的画看起来更逼真。

登月使命

“我相信，我们的国家应该作出保证，在这个10年结束之前，可以达到将人送上月球，并能安全返回地球的目标。”1961年5月，约翰·肯尼迪总统发表了如上的讲话，并实施了一个庞大的关于太空探索和自然科学研究的方案。

探测月球 在1964～1972年期间，美国和前苏联发射了好几十枚火箭来探测月球。在宇宙飞船登上月球前，没人知道月球表面到底是什么样子的。宇宙飞船登上月球后会不会陷入厚厚的尘土之中不见踪影呢？“勘测者号”宇宙飞船登上月球时，飞船并没有陷入尘土，这表明月球表面是坚实的。登月轨道飞行器把月球表面图拍摄了下来，所以，科学家们可以找出一个平坦而安全的地方供登月舱着陆。

登陆月球 1969年7月，三位宇航员乘坐“阿波罗11号”作环月飞行。在环月轨道上，尼尔·阿姆斯特朗和布士·奥尔丁一起进入了名为“鹰”号的狭小的登月舱，而迈克尔·柯林斯则留在环月轨道上的指挥舱内。1969年7月20日，“鹰”号正在下降到平坦的叫做“静海”的月球表面。此时，阿姆斯特朗和奥尔丁的燃料即将耗尽，所以他们不得不尽快地找到一个安全的着陆点。数十亿人屏住呼吸，迫切地想知道宇航员是否已经安全地登上了月球。控制屏上终于闪出了红光，阿姆斯特朗向地球发射无线电话说：“联络灯光！休斯敦，这里是静海基地，‘鹰’号已经着陆。”

登陆后，阿姆斯特朗和奥尔丁走出“鹰”号登月舱，开始探索月球。当阿姆斯特朗在月球上踏出第一步时，他说：“这对人来说是一小步，但对人类来说却是一个飞跃。”阿姆斯特朗话中“这对一个人来说是一小步”指的对他个人而言，但在激动之中竟然漏了“一个”两个字。

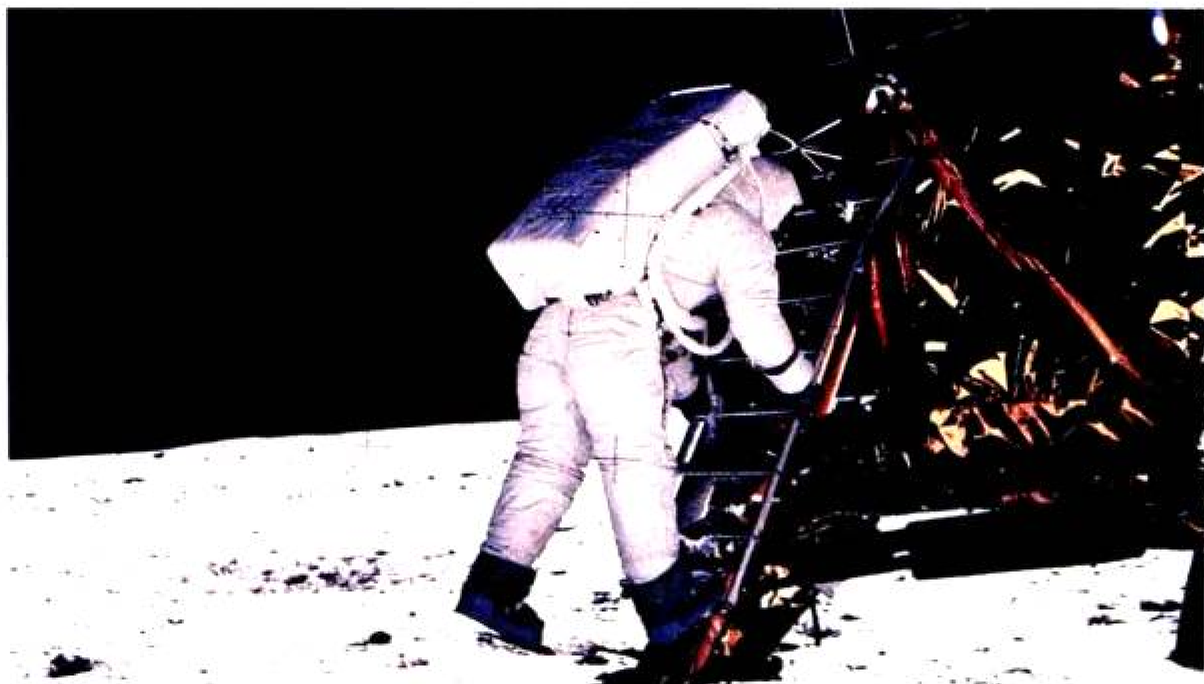


图1-21 1969年7月20日，“阿波罗11号”的宇航员尼尔·阿姆斯特朗成了在月球上行走的第一人，他拍下了布士·奥尔丁，即在月球上行走的第二人的这张照片。
推论 *对于登月舱来说，为什么登陆在平坦的月面是相当重要的？*

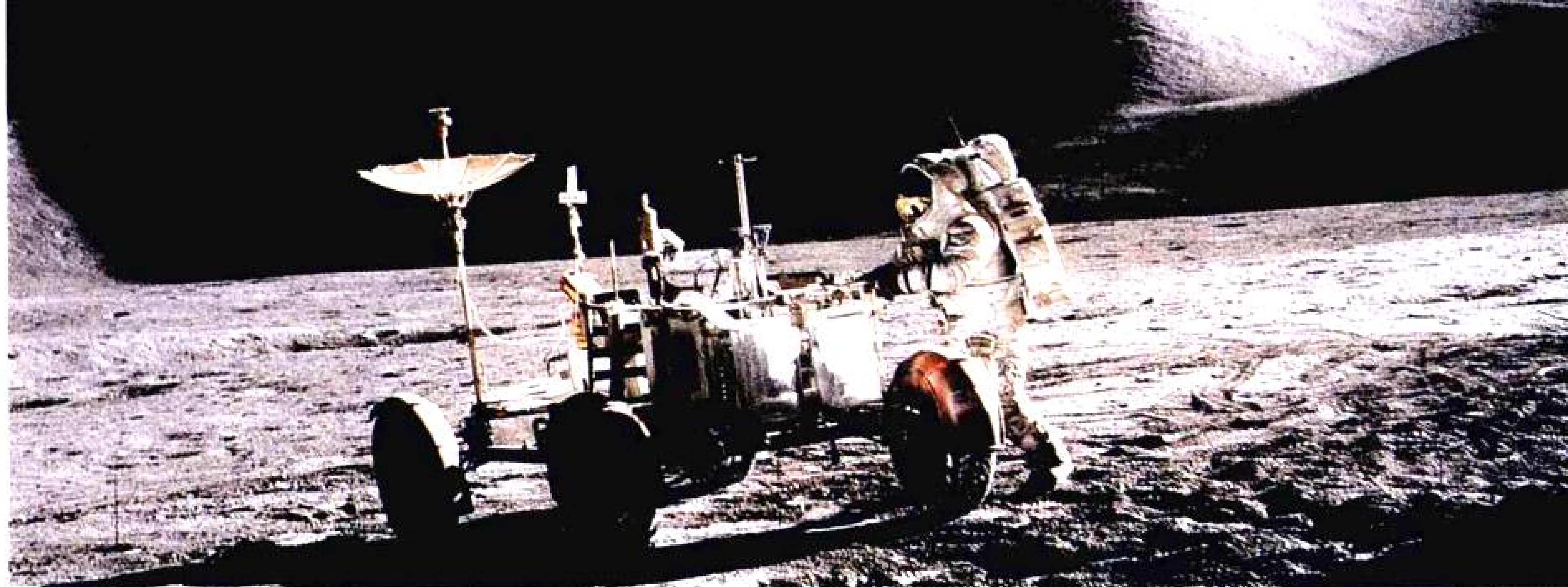


图 1-22　在后期任务中，宇航员们借助月球车来探索月球表面。

在月球表面上　“阿波罗 11 号”宇航员们发现的所有东西都显得如此新奇和令人振奋，即使看看自己的脚印，也让他们了解关于月球土壤的知识。宇航员们沿着月球表面一边跳跃着，一边收集岩石标本，以便带回地球让科学家们研究。

在后期任务中，宇航员们已能够在月球上连续呆上好几天，而不是几个小时。他们甚至拥有了一辆可以坐着到处行驶的月球车。宇航员们也已能够在高地附近着陆。研究这些高地，比起研究“阿波罗 11 号”登陆的平坦的月海要有趣得多。

月岩和月震　宇航员们带回地球的月岩重达 382 千克，差不多是半辆小轿车的质量。**科学家们关于月球的许多知识是在详细研究了宇航员们采集的月岩后得到的。**几乎所有的岩石都是由熔化物质冷却后形成的，所以月球表面曾经相当灼热。还有一些岩石显示它们曾经受过冲击而碎裂，然后又重新形成。因此，科学家们得出结论：流星体曾轰击过月球表面。

宇航员们还带了许多测量仪器到月球，用来记录一些流星体的冲击力。其中一种仪器叫地震计，在地球上它是用来探测地震的。这种地震计可以测出月球上极其微弱的月震，以探测月表深处的变化。

在“阿波罗”宇航员登月以前，科学家们对月球内部的情况知之甚少。为了研究月球内部情况，宇航员将一种能测出从月球内部泄漏出来的热量的仪器留在月球上，以研究月球内部的组成。这架仪器后来探明，月球在其形成之后，就几乎已经完全冷却了。

☑ **想一想**　***登月成功后，科学家们了解了月球内部的哪些知识？***

增进技能

计算　活动

如果你去月球度假，那么你的体重将只有地球上的$\frac{1}{6}$。所以把你在地球上的体重除以 6，就可得出你在月球上的体重。如果你穿上和你体重一样重的宇航服，那么你在月球上的总体重会是多少呢？



图 1-23 月球背对地球的那一面要比面对地球的这一面粗糙得多。*观察* 图片中的圆形构造叫作什么？

月亮丽影 “阿波罗”宇宙飞船上的宇航员们乘坐火箭环绕了月球，并拍摄下了月球的全貌。这些照片表明月球背面要比正面粗糙，月海也很少。

美国的“克丽曼蒂号”宇宙飞船于1994年飞临月球，它用特制的滤色镜来拍摄月球，看看月球上有哪些矿物品种。之所以挑选“克丽曼蒂”这个名字，是因为它是一首古老的歌“我亲爱的克丽曼蒂”中一位探险家女儿的名字。

1998年，美国“月球勘探者号”宇宙飞船飞临月球。“月球勘探者号”在离月球只有100千米处的高度勘测了月球的全貌。“月球勘探者号”勘测出，在靠近月球两极的土壤里有结冰的迹象。



第四节复习

1. 说出伽利略在月球表面看到的三种月貌名称。
2. “阿波罗”宇宙飞船上的宇航员们在月球上做了些什么？
3. 月球上的环形山是怎样形成的？
4. **理性思维** **推论** 为什么科学家们曾经认为月球上有火山？从“阿波罗”宇宙飞船的登陆中，有何证据能证明情况并非如此？

课题 1

检查进度

把一天中早些时候观测到的月球和晚些时候观测到的月球加以比较，看看月球在一天当中是如何在天上运行的。在早一点或晚一点的观测中，月球的月貌是如何变化的？每天都有一个模式吗？

提示：在每月下旬的时候观测月球，看它的变化模式是否相同。

学习指南

SECTION 1 太空中的地球

知识要点

- 天文学是研究宇宙空间的月球、恒星以及其他天体的科学。
- 地球绕地轴自转形成了白天和黑夜。
- 地球绕太阳公转1周称作1年。
- 因为地球在绕太阳公转时地轴是倾斜的，所以地球上形成了四季。

关键术语

天文学	纬度
地轴	至日
自转	分日
公转	春分
轨道	秋分

SECTION 2 相、食和潮汐

知识要点

- 月球绕地球公转的同时绕月轴自转。
- 你看到的月相的形状，由月球朝地球一面上受阳光照射面积的大小决定。
- 日食是月球运行到地球和太阳之间时发生的，那时月球阻挡了太阳射向地球的光线。
- 月食是在地球处在月球和太阳之间时发生的，那时地球阻挡了太阳射向月球的光线。
- 潮汐的发生，主要是由于月球对地球上不同区域的吸引力大小不同的缘故。

关键术语

相	月食
食	潮汐
日食	引力
本影	大潮
半影	小潮

SECTION 3 火箭和卫星

与技术科学的综合

知识要点

- 火箭能向前推进，是因为从其尾部排出的气体从反方向来推动它的缘故。
- 卫星和空间站是用来通信、导航、收集气象数据和科学研究的。

关键术语

卫星	(地球)同步轨道

SECTION 4 地球卫星——月球

知识要点

- 月球月貌特征包括环形山、高地和月海。
- 科学家们关于月球的知识，大都从对月球上的岩石进行详细研究后得到的。

关键术语

望远镜
环形山
月海



第1章复习



相关网站 活动

www.science-explorer.phschool.com

第1章复习

复习题

选择题

请选出最佳答案。

1. 地球围绕太阳作周期为1年的转动，这称为地球的 ______。
   a. 轨道　b. 自转
   c. 公转　d. 地轴
2. 阴影的最暗部分是 ______。
   a. 本影　b. 半影
   c. 食　d. 相
3. 当地球的影子投射在月球上，这个影子将会引起 ______。
   a. 新月　b. 日食
   c. 满月　d. 月食
4. 一颗在地球同步轨道上的卫星绕地球公转的周期为 ______。
   a. 1小时　b. 1日
   c. 1个月　d. 1年
5. 月球表面的环形山由______引起。
   a. 高地　b. 火山
   c. 流星体撞击　d. 月海

判断题

如果叙述正确，就写“T”；如果错误，写“F”，并修改划线部分。

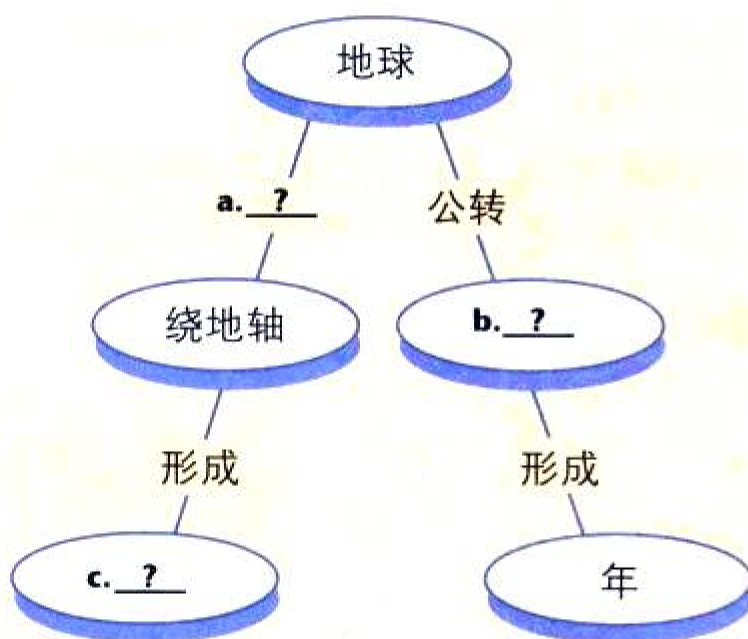
6. 地球绕地轴旋转称为<u>公转</u>。
7. 当地球绕着太阳公转时，地轴的倾斜会产生<u>日食</u>。
8. <u>日全食</u>只有在新月期间发生。
9. 有许多<u>人造卫星</u>在轨道上绕着地球运行。
10. 月球上的熔化物质冷却后形成了<u>环形山</u>。

简述题

11. 请描述地球轨道的形状。
12. 火星自转轴和地轴的倾斜情况基本相似，那么，你认为火星上有季节变化吗？为什么？
13. 与月球绕地球公转的周期相比，月球绕月轴自转的周期是长还是短？
14. 为什么能看到月全食的人比看到日全食的人多？
15. 为什么在地球最接近月球的地方会产生高潮？
16. 用哪一种物理学的基本定律可以解释火箭的发射原理？
17. 请根据碰撞论，描述月球的形成过程。
18. 根据对宇航员从月球带回的月岩的研究，科学家们了解了些什么？
19. **科技写作**　假如去月球的旅行又恢复了，而你是一名将去月球的宇航员。写一篇短文描述你到达月球后所看到的景象。你找到的岩石样本对科学家的研究有什么帮助？

形象思维

20. **完图填空**　把地球如何在太空中运行的概念图画在一张纸上，填好空再加一个标题。(要了解更多的概念图知识，可参阅技能手册。)

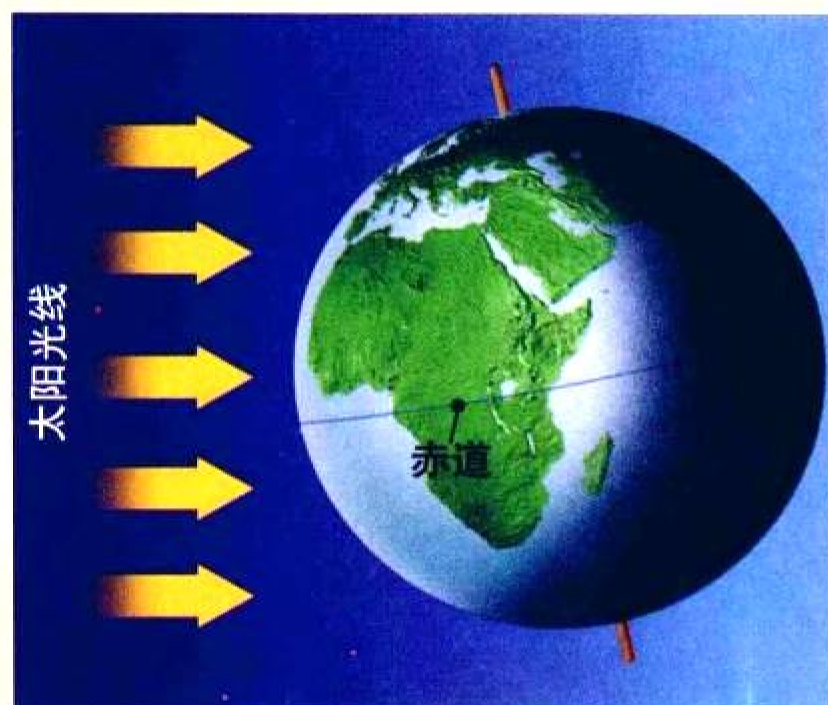


运用技能

用下图回答21～23题。

提示：地轴的倾斜度为23.5°。

21. 图解 图中太阳的光线最直接照射在哪一个半球上？



22. 推论 在北半球，现在是夏至、冬至，还是春分或是秋分？

23. 预测 这幅画面上的地球在6个月后，刚好完成了绕太阳公转的一半路程，那么那时地轴的哪一端会倾斜太阳？请画一草图来表示。

理性思维

24. 因果推断 月球、地球和太阳位置的变化是如何形成大潮和小潮的？

25. 应用概念 什么时间满月升起？它发生在天空的东方，还是西方？

26. 提出问题 假设任命你去设计一种让宇航员在月球上穿的宇航服。要设计这种服装，你得解决在月球上会遇到的哪些问题？

学习评估

课题1 总结

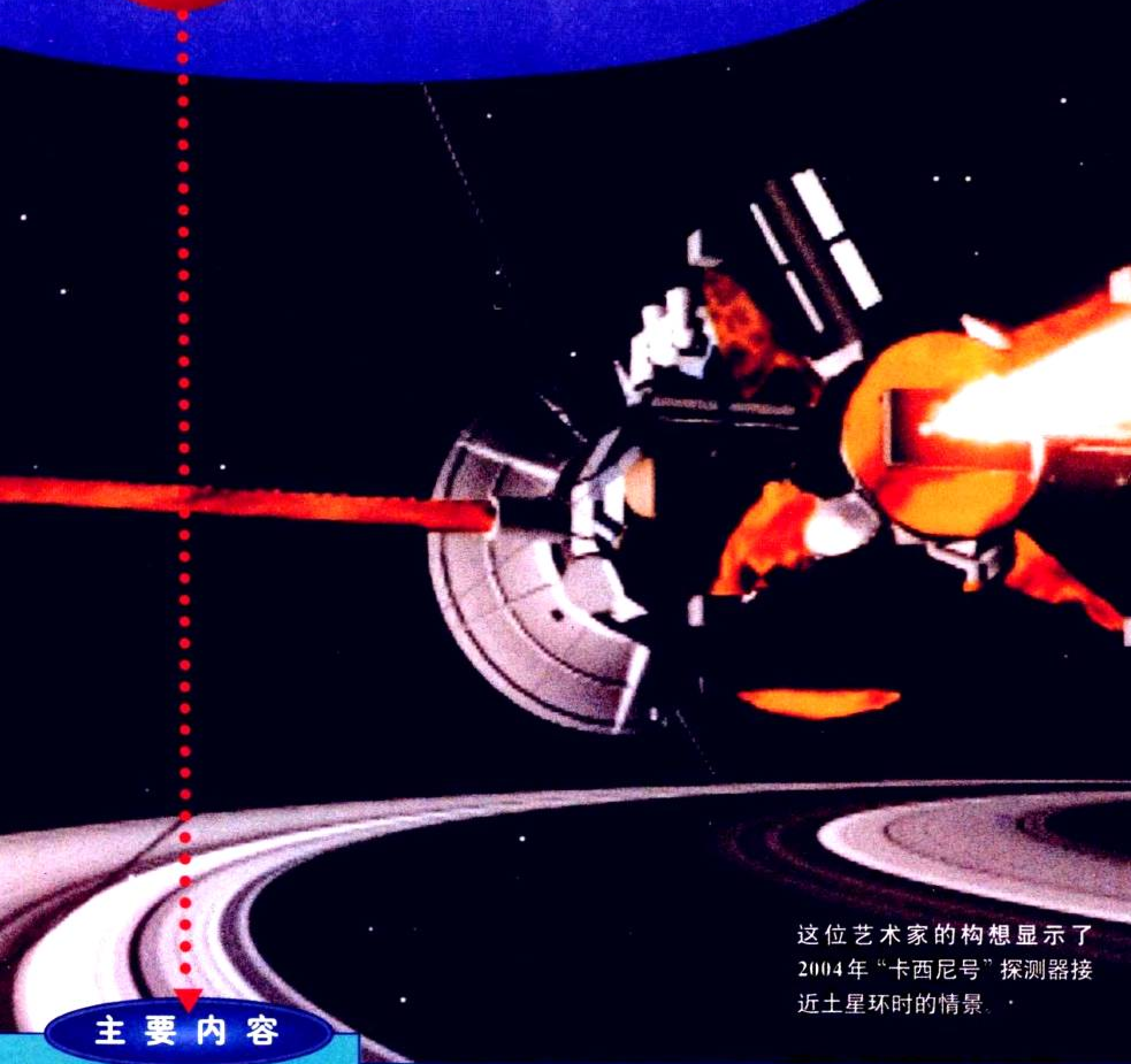
成果展示 现在你将展示你的记录本、地图和图片。这里提供给你几种绘制数据表的方式：每天月出的时间；每一个罗盘定位方向上看到月亮的次数及在特定时间里看到的次数。展示你的图表，和同学们讨论你发现的任何一种形式，然后一起预测在什么时候、什么地点可以观察到月亮。

思考与记录 在你的记录本里，写下这个课题中最容易和最困难的部分。如果要在另一个月里观测月球，你的观测方法会有什么不同？哪些发现会令你吃惊？为什么？

实践活动

在学校 你可以做一个活页本，记下你对各种月相有声有色的描述，再把一个月中每一天的月相都画出来，然后把这些画装订起来做成一本小册子。现在你就可以把你的活页本给低年级的同学们看了，告诉他们在一个月中的月相变化情况。

第二章 太阳系



这位艺术家的构想显示了2004年“卡西尼号”探测器接近土星环时的情景。

主要内容

SECTION 1 观测太阳系

探索　质量和速度怎样影响天体运动

增进技能　画椭圆

SECTION 2 太阳

探索　怎样才能安全地观测太阳

试一试　观测太阳黑子

生活实验室　太阳黑子风暴

SECTION 3 内行星

探索　地球上看到的火星是怎样的

增进技能　绘制图表

试一试　遥控

课题 2

太阳系模型

如果你以每小时100千米的速度从地球飞向太阳，这段旅程将耗时170年，而太阳系中大部分星球之间的距离比这要大得多。1977年"卡西尼号"探测器即使以远远超过高速公路上汽车的速度驶向土星，它也要到2004年才能到达土星光环。太阳系中各行星的体积大小也十分悬殊。与太阳系中的其他行星相比，地球非常小。以土星为例，它的直径约是地球直径的10倍。

在这一章中，你将认识太阳系中的许多天体。为帮助你弄清楚它们距离和体积上的千差万别，你要设计3个不同比例的太阳系模型。

课题目标 设计太阳系比例模型。为完成这项任务，你要做以下几点：

- 设计一个模型，表示各行星与太阳之间的距离。
- 设计一个模型，表示各行星与太阳的相对体积大小。
- 试验一下用不同的比例设计以上两个模型，看看能否在一个模型中用同一个比例既表示行星与太阳之间的距离，又表示行星与太阳的相对体积大小。

课题准备 先看第63页和第71页上的距离和直径数据表，与小组同学一起想办法，如何做好你的模型。准备好一张数据表格，记录你按比例缩小后的各种距离和体积的计算结果。

检查进度 在学习这一章内容的同时，进行这个课题的研究。为了按时完成课题，请在以下各个阶段检查进度。

第一节复习 第55页：设计距离模型。

第三节复习 第69页：设计直径模型。

第四节复习 第77页：设计一个模型，同时表示出不同的体积和距离。

总结 在本章结束时(第91页)，你将向全班展示你的设计。

SECTION 4 外行星

探索 外行星有多大

试一试 土星模型

技能实验室 绕太阳飞速旋转

SECTION 5 彗星、小行星和流星

探索 彗尾指向何方

与生命科学的综合

SECTION 6 地球以外还有生命吗

探索 酵母是有生命的，还是无生命的

增进技能 交流

SECTION 1

观测太阳系

探索 活动

质量和速度怎样影响天体运动

1. 让你的同伴把一辆玩具车从桌子的一端推向你。你用手将车子停住。
2. 再这样重做一遍，但让你的同伴把车推得稍快些。这次要把车停住比上一次容易些还是难一些呢？
3. 在玩具卡车上加一些石块或其他重物。重复步骤1，你的同伴还是用第一次的速度推这车。与第一次相比，把这辆车停下来要费劲些吗？
4. 重复步骤2，不过石块仍然放在卡车里，这次要把车停下来要费多大的劲？

思考

预测 假如你的同伴把车推得慢一点，要把这辆车停下来难不难？如果在车上再多加些东西，又会怎样呢？



阅读指南

- 日心说和地心说对太阳系的描述有何不同？
- 关于行星运行轨道，开普勒发现了什么？
- 哪两个因素迫使行星沿轨道运行？

阅读提示 在你阅读时，列出用以支持“日心说”的证据。

在满天星斗的夜晚，你可曾有过躺在室外，看着天上点点繁星的经历？看着看着，星星似乎在天上移动着，天空也似乎在你的头顶旋转。事实上，在北半球，天空是在绕北极星旋转的，每旋转一次，需要24小时。

现在想一想你每天看到的景象。白天，太阳横贯天际而过。从地球的角度看，似乎地球是不动的，而太阳、月亮、星星在绕地球运动。但天空真的在你的上空移动吗？几个世纪前，在宇宙飞船，甚至连天文望远镜都还没有发明的时候，要找出这个答案并非是一件易事。



图2-1 这张照片是曝光了若干个小时才拍成的，每颗恒星的运动轨迹都为一段圆弧，而所有的星都像是在绕着一个点旋转。

漫游的星

当古希腊人看着星星在天空中移动时，他们注意到很多星星构成的形状并没有变。星星似乎在移动，可它们彼此的相对位置没有变化。比如，那些星座总是保持着同样的形状，夜复一夜，年复一年，始终如此。

在更细致地观测天空时，古希腊人发现了一些令人惊奇的现象，有5个光点似乎在星际间漫游。希腊人把这5个天体称之为“行星”。在希腊语中，它的意思是“漫游的星”。希腊人对他们所看到的五大行星的运动作了细致的观测。现在你知道的这些行星的英文名，是后来的古罗马人取的，它们的中文名是：水星、金星、火星、木星和土星。

希腊人的观点：地心说

当你抬头仰望天空时，你几乎会认为你是在一个在自转着的苍穹之下，而星星就附着苍穹上。古希腊人认为他们就生活在一个被称为天球的会自转的圆盖里。大多数希腊天文学家都相信宇宙是完美的、万世不变的。他们相信地球处于天球的中心，是静止不动的。因为*geo*在希腊语中意为“地球”，以地球为中心的学说称为**地心说(geocentric)**体系。**在地心说体系中，地球是所有公转的行星的中心。**

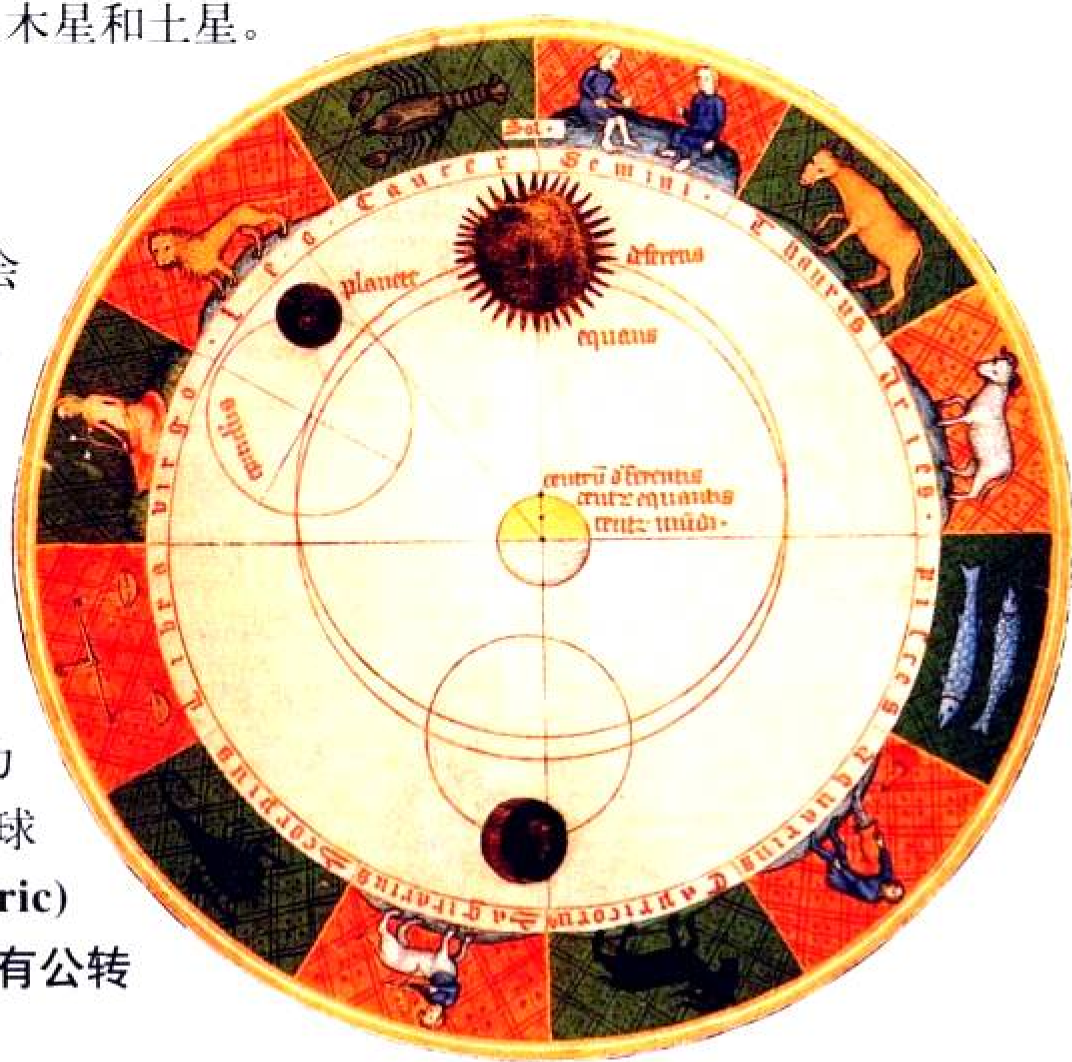


图 2-2 公元1500年左右，一本天文学书中发表了托勒密体系图。

图解 *在这幅图中，地球位置在哪里？*

在公元140年，古希腊天文学家托勒密以另一种方式解释了行星的运动。像以往的希腊人一样，托勒密也认为地球是行星系的中心，他还认为月球、水星、金星、太阳、火星和木星都是绕着地球公转的。

但是托勒密认为，行星是在一个小圆轨道上运行，而此小圆轨道的中心又在一个大圆轨道上绕地球运动。托勒密认为这样就解释了在恒星背景上运行的行星的速度有差异，甚至运行方向反向。在随后的1400年里，人们都相信托勒密的观点是正确的。

☑ **想一想** ***什么是地心说体系？***

哥白尼的观点：日心说

16世纪早期，波兰天文学家尼科劳斯·哥白尼提出了关于行星运行的另一种解释。哥白尼认为太阳是行星系统的中心。他的以太阳为中心的理论被称为**日心说(heliocentric)**体系。*helios*在希腊语中的意思是“太阳”。**在日心说体系中，地球和其他行星都环绕太阳公转**。哥白尼的解释包括了他所知的6大行星：水星、金星、地球、火星、木星和土星。

伽利略的观测结果

在16、17世纪，绝大多数人仍然相信托勒密的地心说。然而，加利莱伊·伽利略，一个比哥白尼晚出生近100年的意大利天文学家认为：日心说才是正确的。

回过头来，本书在第一章中曾经提到，伽利略是第一个使用望远镜观测天体的科学家。用他的这架望远镜，伽利略取得了两个重大发现，有力地支持了哥白尼的日心说。首先，伽利略发现有4颗卫星围绕木星运行。伽利略对木星卫星的观测结果证明并非天上所有天体都围绕地球运行。

伽利略对金星的观测结果也同样支持了哥白尼的日心说。伽利略发现金星的位相变化和月相的变化相似。于是他推论出，假如地球是行星体系的中心，那么金星各种相位的变化就无法解释。所以托勒密的地心说是错误的。

伽利略的证据渐渐地让其他人相信哥白尼的解释是正确的。如今，人们谈论的是“太阳系”而不是“地球系”，这正说明了人们接受了哥白尼的观点，即：太阳才是中心。

☑ **想一想** ***伽利略的哪两大发现支持了日心说？***



图2-3 在这个天文台，第谷·布拉赫精确地观测行星近20年，根据他的观测资料，后人取得了许多重大发现。

第谷·布拉赫和开普勒

哥白尼和伽利略正确地指出太阳是行星体系的中心，但是和托勒密一样，哥白尼认为那些行星的轨道都是圆的。

哥白尼的观点是建立在古希腊人观测结果的基

础上的。16世纪后期，丹麦天文学家第谷·布拉赫进行了更多的精确观测。第谷·布拉赫花了约20年的时间，对许多行星的位置和运行情况进行了细致的观测。

1600年，德国数学家约翰尼斯·开普勒开始对第谷的观测数据资料进行分析。开普勒试着计算出行星运行轨道的形状。起初，他假设那些轨道是圆的，然而，当开普勒试着计算火星精确的轨道时，结果发现，没有一个圆能够符合第谷的观测结果。

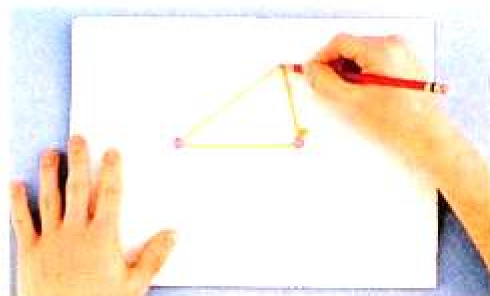
开普勒发现每个行星运行的轨道都是椭圆。开普勒发现，如果他将火星的运行轨道假设为**椭圆(ellipse)**，他的计算结果就与第谷的观测结果相符合。

试一试

画椭圆

活动

1. 两枚揿钉，相距10厘米，分别穿过一张白纸，揿在瓦楞纸板上。



2. 将一根30厘米长的细线两端连起来打个结。将该线套在两只揿钉上。
3. 将线绷紧，用一支铅笔沿着线内侧移动。
4. 现在，把两个揿钉之间距离改成5厘米，再重复步骤3。

预测 改变揿钉的距离会给椭圆的形状带来什么影响？如果你只用一枚揿钉，你画的图形会是什么形状呢？

惯性和引力

开普勒虽然发现了行星运行轨道的正确形状，但是他不能解释为什么行星会留在轨道上。英国科学家艾萨克·牛顿的研究工作为这个难题提供了答案。**牛顿断定，是两个因素，即惯性和引力，才使行星能留在轨道上**。

伽利略发现，一个运动的物体将永远处于运动状态，直到有外力作用迫使它停止运动。这种运动的物体将沿直线匀速运动，以及静止的物体保持不动的性质就是物体的**惯性(inertia)**。物体质量越大，惯性越大。通过实验，你就会发现惯性越大，物体要启动和停止，其难度就越大。

艾萨克·牛顿继续伽利略的研究。牛顿在他的晚年里曾讲了一个故事，说是在1665年，他看到苹果从



图2-4 牛顿是历史上最伟大的科学家之一，这架望远镜就是他发明的。



树上掉下来，这使他想到物体的运动。他假设把苹果拉向地面的力，同把月球拉向地球的力，应该是同样的一种力，这个力称为万有引力，它使万物之间互相吸引。万有引力的大小取决于物体的质量和物体间的距离。

牛顿指出，地球对月球的引力，时时地将月球拉向自己。同时，月球由于有惯性，它将保持原有的运动状态。在引力和惯性共同作用下，月球紧紧地在绕着地球的轨道上运动。

同样道理，行星之所以在绕太阳的轨道上运动，是由于一方面太阳对行星产生引力，另一方面行星有惯性。因此，行星就始终保持绕太阳运行，而且最终也就一直处在它们运行的轨道上了。



图2-5 如果没有引力的作用，惯性将使行星做直线运动。但是因为引力把行星拉向太阳，所以行星实际上是在椭圆形的轨道上绕太阳运转的。

图解　如果一颗行星没有惯性，那将会怎样？

天王星
2 871 000 000 千米

海王星
4 497 000 000 千米

图 2-6 这幅图显示行星到太阳的平均距离，行星的体积大小未按比例处理。

进一步的发现

自牛顿时代以来，我们对太阳系的了解已有显著增长。牛顿和古希腊人一样知道六大行星——水星、金星、地球、火星、木星和土星。现在天文学家又认识了另外两大行星——天王星和海王星。天文学家们还确认了太阳系中的许多其他天体，如矮行星和小天体等。

伽利略和牛顿都分别从地球上利用望远镜对太阳系进行观测，今天的天文学家虽然仍旧在地球上利用望远镜观测，但他们还利用发射到太阳系深处的宇宙探测器对行星进行细致的观测。我们对太阳系的认识日新月异，说不定在你们的这一辈子里还将会有什么新的发现呢！



第一节复习

1. 哥白尼对于行星系统的描述，与托勒密的描述有何不同？
2. 伽利略关于木星卫星的观测，是怎样有助于证明地心说是错误的？
3. 行星运行轨道的形状是怎样的？它们是怎样被发现的？
4. 在哪两个因素的共同作用下，才使行星保持在绕太阳公转的轨道上？
5. **理性思维　应用概念**　人们经常说太阳从东边升起，穿过天空，然后在西边落下，这样的描述确切吗？请作解释。

课题 2

检查进度

先画一张表示太阳与各行星之间距离的图，为使整个太阳系一目了然，你可以按相同的比例缩小它们的距离，如以 100 000 或者以 1 000 000 来除距离数。这样做就可以用较小的数据去设计出一个太阳系的比例模型。把计算结果记录在你的记录本子上。现在再选择一个不同的比例重复你的计算，哪一种比例更容易看出太阳与各行星的相对距离？

SECTION 2

太阳

探 索 **活 动**

怎样才能安全地观测太阳

1. 把双筒望远镜夹在铁架台上。
2. 在一张20厘米宽、28厘米长的薄硬纸板上剪一个洞，以便盖在双筒镜上，如图所示。硬纸要盖住一个镜片，另一个镜片可以让光线穿过。硬纸板要扎牢。

   注意：千万别用眼直接看太阳，这样会灼伤你的眼睛。
3. 用望远镜在白纸上呈现一个太阳的像，而硬纸板会在白纸上形成阴影。调节焦距，前后移动白纸，直到白纸上呈现出一个清晰的太阳的像。



思考

观察 把你看到的画在纸上，在太阳表面你能看到什么？

阅读指南

- 太阳是怎样获得能量的？
- 太阳大气有哪几层？
- 太阳表面有什么特征？

阅读提示 在阅读时，用你自己的话给每个黑体字术语下一个定义。

太阳引力是太阳系中最强的力量，它强大的引力使所有的大小行星和彗星都在各自轨道上运行！太阳之所以有这么大的引力，是因为它的质量非常巨大。事实上，太阳系99.8%的质量都集中在太阳上。

和地球一样，太阳也有内部结构和大气层。但和地球不同的是，太阳没有固态表面。太阳是一个炽热的气体球。太阳大约$\frac{3}{4}$的质量是氢，另外$\frac{1}{4}$是氦，还有很小一部分是一些其他的化学元素。

太阳的内部结构

太阳内部像一个巨大的火炉。和家里的火炉一样，太阳由此产生能量。**但太阳的能量不是通过燃烧像油那样的燃料得来的，而是由核聚变产生的。**在核**聚变(nuclear fusion)**过程中，氢原子聚在一起形成氦原子。核聚变只有在高温高压条件下才会发生。太阳的**核心(core)**即中心，温度高达1500万摄氏度，这样高的温度下，核聚变完全可以产生。

由核聚变产生的氦的总质量要比参加核聚变的氢的总质量略微少一些。失去了的质量转变成了能量，包括光能和热能。这些光能和热能渐渐由太阳核心移向太阳大气层，并进入太空。其中一些光和热到达了地球，成为地球上能量的主要来源。

太阳核心中的氢燃料足可以持续整整100亿年。现在太阳还只有50亿岁，因此你不必担心太阳哪一天会很快“燃尽”。

☑ **想一想** ***核聚变发生在太阳哪一部分？***

太阳的大气

太阳大气有三层：　光球层、色球层和日冕，但三层之间并没有明确的界线。

光球层　太阳大气的内层叫**光球层(photosphere)**。希腊语中“*photo*”意为“光”，所以光球层意为发光的球体。当你看太阳的像或照片的时候，你所看到的就是太阳的光球层。

色球层　在日全食的时候，月球遮住了光球层的光线，没有了光球层的强烈光线，你就可以看到太阳暗淡的外层了。在日全食的开始和结束阶段，你会看到光球周围有些略带红色的光，这些光来自太阳大气的中间层，即**色球层(chromosphere)**，希腊文中，“*chromo*”意为“颜色”，因此色球层意为“彩色的球体”。

日冕　在日全食月球将太阳整个遮住时，月球把来自色球层的光也遮住了。这时，太阳更暗的一层也可以被看见了，就像你在图2-7中所看到的那样。这个看起来像太阳白色光环的外层叫**日冕(corona)**，在拉丁文中它的意思是“皇冠”。在地球上，日冕只有在发生日全食时或通过特殊的望远镜才能看到，但天文学家们可以利用太空望远镜随时观测并研究它的变化。

图2-7　在整个日全食过程中，你可以看到太阳大气外层——日冕发出的光。
推论　*为什么日食时拍日冕的照片最容易？*



·试 一 试·

观测太阳黑子



你可以观测到太阳黑子数量的变化。

1. 画一张数据表用以记录你每天看到的太阳黑子的平均数量。
2. 确定每天观测的时间。
3. 用“探索”活动中所描述的方法来观测太阳。**注意**：不要用肉眼直接看太阳，这样看会灼伤眼睛。
4. 观测并做观测记录。

分析数据 太阳黑子平均数的逐日变化量是多少？

日冕放射出带电粒子流，这种粒子流称为**太阳风(solar wind)**。通常情况下，地球大气层和磁场会阻挡这些粒子。然而，在南极、北极附近，这些粒子可以进入地球大气层，撞击地球大气中的气体分子，并使这些分子发光。其结果便是产生了那些天上飘忽的极光现象。

想一想 ***在哪种情况下你能看到日冕？***

太阳的表面特征

数百年来，科学家们用望远镜来观测太阳。(为了保护眼睛，他们使太阳光投射到一个白色的平面上，就如“探索”活动中所示。)他们所看到的太阳表层的黑点被认为是太阳黑子。这些黑点好像在太阳的表面做横穿运动，这表明太阳像地球一样绕自己的轴心做自转运动。**太阳表层或上方的特征包括黑子、日珥和耀斑。**

黑子 你可以在图 2-8 中看到，**太阳黑子(sunspot)**看起来像是太阳表面上的小黑块。但事实上，它们的面积可能有地球那么大。太阳黑子是太阳表层温度较低的大气区域。低温气团发出的光要比高温气团发出的光少，这就是为什么太阳黑子看上去要比光球其余部分暗一些的原因。

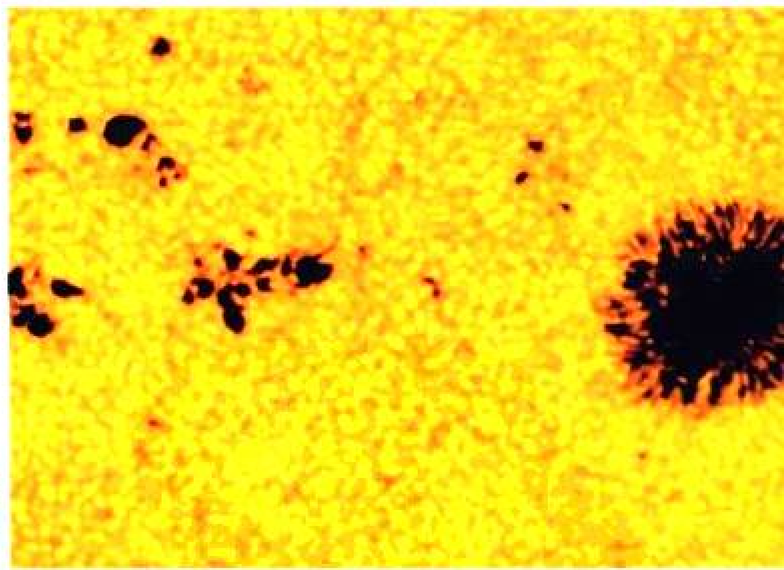


图2-8 太阳黑子是太阳表层比其周围大气温度低的大气区域。在这几幅照片中，最小的太阳黑子大约也有地球那么大。

太阳黑子数量在10 ~ 11年间会发生周期性变化。有些科学家认为，地球上气候的短期变化可能与太阳黑子的周期活动有关。近来，卫星收到的数据资料表明，太阳所产生的能量每年都有微弱的变化。有些科学家认为太阳能量的增加与减少可能与太阳黑子的数量有关系，并认为这会引起地球温度的变化。为了验证这一假说，科学家们需要做更多的观测。

探索 太阳

太阳直径(不包括色球层和日冕)为1400000千米。

日冕
厚度：数百万千米
温度：大约2000000℃

太阳黑子
光球层中的低温气体区域称为太阳黑子。

色球层
厚度：
2000 ~ 3000千米
温度：
5000℃ ~ 10000℃

日珥
日珥是一个穿透色球层的巨大球状气体喷射物。

光球层
厚度：400千米
温度：5000 ~ 8000℃
射到地球上的太阳光来自于光球。

日核
温度：达15000000℃
这个温度足以使氢通过核聚变转变为氦，释放出光与热。



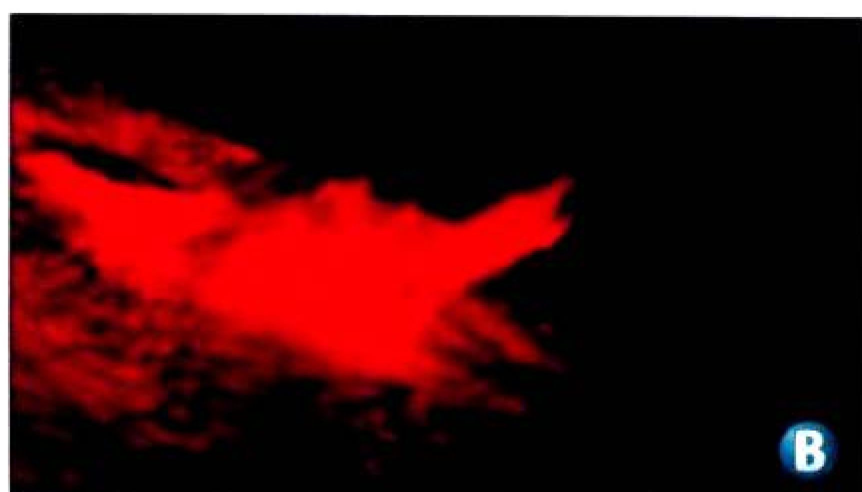


图 2-9 A. 日珥是连接不同太阳黑子活动区域的巨大环状气体。B. 太阳耀斑释放大量能量。
因果推断 *太阳耀斑怎样影响地面通信?*

日珥 太阳黑子通常成对或成群出现，称为**日珥(prominence)**的微红色气体圈连接不同的太阳黑子活动区域。从地球上看，当一群太阳黑子靠近太阳的边缘时，这些气体圈在太阳边缘特别显眼。如果日食遮掩了太阳的光球，天文学家就能够看见这些气体圈。日珥和太阳的色球温度差不多，大约为10 000℃。

耀斑 有时，太阳黑子活动区域内的气体圈突然连在一起，释放出大量的能量。这种能量能把太阳上的气体加热到上百万摄氏度，使氢爆炸进入宇宙空间。这些爆炸称为**太阳耀斑(solar flare)**。

太阳耀斑可以大大增加来自日冕的太阳风，结果导致到达地球大气附近太阳风粒子的增加。这些太阳风粒子能影响地球的上层大气，从而引起磁暴。磁暴往往会干扰收音机、电话机和电视的信号。磁暴也能给电力供应带来麻烦。



第二节复习

1. 能量是怎样在太阳内部产生的?
2. 说出太阳大气中各层的名称。
3. 什么是太阳风?
4. 描述在太阳表面或上方发现的三个特征。
5. 为什么太阳黑子看上去比太阳的其他光球部分暗一些?
6. 太阳黑子的数量怎样随着时间的变化而变化?
7. **理性思维** **对比** 日珥与太阳耀斑有什么区别?

身边的科学

作为热和光的来源，太阳在很多文化作品中都是重要的图案。和家庭成员一起，看看你和邻居的家，找一下在饰物、旗帜、衣服和艺术作品上的太阳的图像。这些图像展示了太阳大气的哪一部分?向你的家人描述太阳大气的不同层次。

太阳黑子风暴

问题

地球上的磁暴与太阳黑子活动有什么联系?

技能

绘制图表、分析数据

材料

方格纸　　铅笔　　直尺

步骤

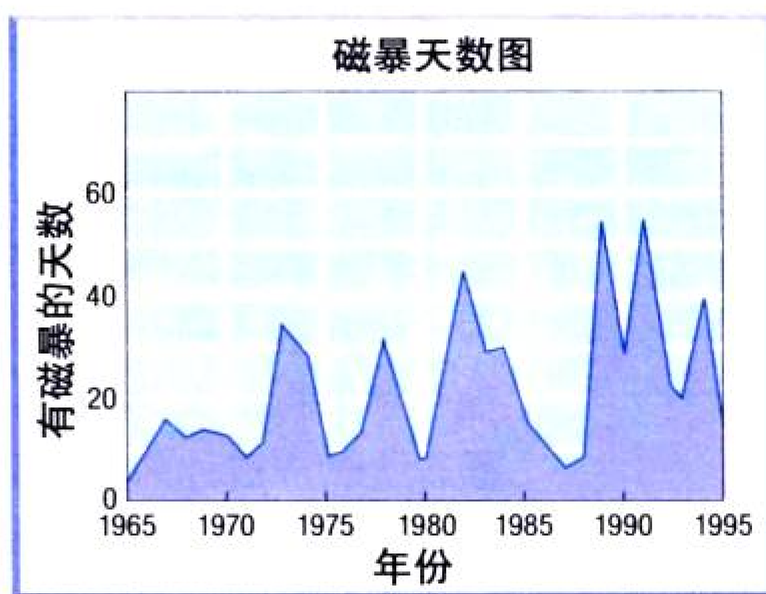
1. 用下表中的数据画一幅1967～1997年太阳黑子活动的曲线图。
2. 给x轴标上“年份”。从1967～1997年，以2年为间距。
3. y轴标上“太阳黑子平均数量”，从0到160，以10为间距。
4. 将每年太阳黑子的平均数量用一个点描在图上。
5. 画线连接各点。

太阳黑子

年	太阳黑子平均数量	年	太阳黑子平均数量
1967	93.8	1983	66.6
1969	105.0	1985	17.9
1971	66.6	1987	29.4
1973	38.0	1989	157.6
1975	15.5	1991	145.7
1977	27.5	1993	54.6
1979	155.4	1995	17.5
1981	140.4	1997	23.4

分析与结论

1. 根据你的图表，哪一年的太阳黑子平均数量最多？哪一年太阳黑子平均数量最少?
2. 太阳黑子活动的最大值和最小值发生变化的一个周期有多久?
3. 最近一次太阳黑子最大活动期在哪一年？最小活动期又是在哪一年?
4. 把你的太阳黑子图和磁暴图进行比较，你能从太阳黑子活动周期和磁暴活动之间推断出什么关系？并加以解释。
5. **应用**　你认为在哪几年里地球上的电磁干扰最常见?



进一步的探索

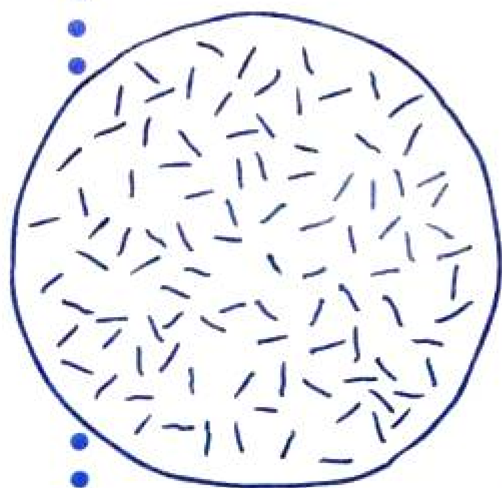
用你发现的太阳黑子活动模式，预测在未来30年中太阳黑子活动高峰出现的次数，大约在哪几年会出现高峰。

SECTION 3

内行星

探索 活动

地球上看到的火星是怎样的



1. 两人一组活动。先在一张纸上画一个直径为20厘米的圆，用它来代表火星。再在圆内的任意位置画上大约100根长约1厘米的短线。
2. 让你的搭档到屋子的另一边来看你画的火星，并把他或她所看到的画下来。
3. 把你先前画的火星跟你搭档画的那幅作比较，然后你再站到屋子的另一边，从那边再来看看自己画的火星。

思考

预测 你的搭档是否画出一些相连的线段，而实际上这些线段在你的原作上是不相连的？假如从地球上看其他行星，那么在这种情况下对它们所作出描述的准确性，你会得出什么结论？

阅读指南

- 内行星有哪些主要特点？

阅读提示 当你阅读关于每个行星的资料时，请注意这些行星与地球有什么不同之处和相同之处。

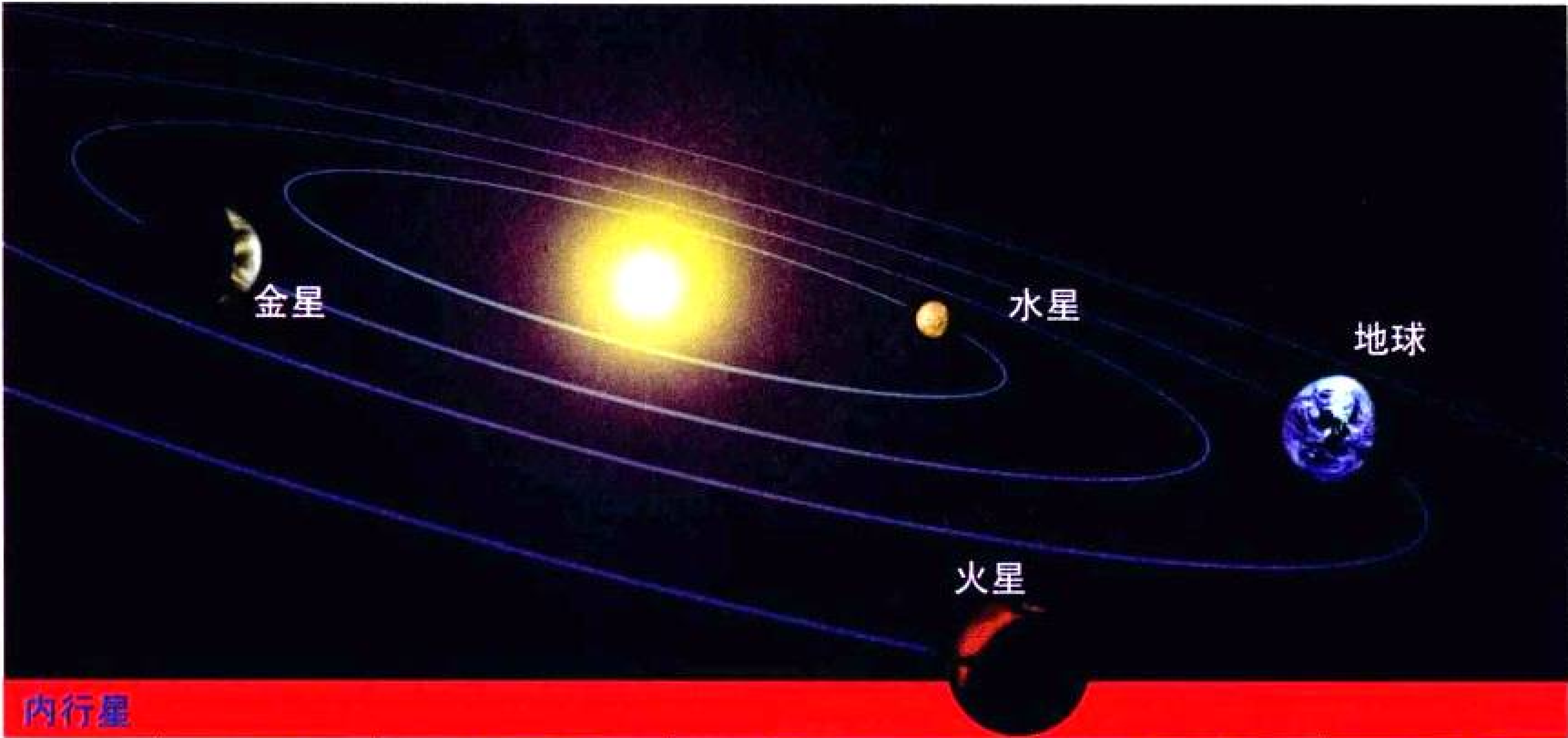
在哪里可以找到一个表面温度足以熔化铅的行星？如果一个行星的大气完全泄漏到太空，那么这个行星会怎么样？一个行星的火山要比地球上任何火山都高，那么这个行星又会怎样呢？最后一个问题是，如果一个行星有许多海洋，而海洋里又有许多鱼类和其他生物，那么这个行星又会是怎样呢？这些就是对4颗最靠近太阳的行星，即内行星的描述。

地球和3颗行星——水星、金星和火星，彼此之间要比与其他4颗外行星更为相似。**4颗内行星都很小，有着岩石构成的表面，**所以常被称为**类地行星(terrestrial planet)**。这个名字来源于拉丁文的一个单词“*terry*”，它的意思是“地球”。图2−10概括了内行星的有关资料。

地球

我们地球上的大气一直延伸到地球表面100千米以上。其中我们生存所需要的氧气占了21%。剩下的大部分是氮气，还有少量的二氧化碳。地球的大气中也包含水蒸气和由小水滴组成的云层。宇航员常常可以在太空中看到朵朵白云在地球上空飘游。

地球的大部分表面，约为70%，是被海洋覆盖着的，也许地球应该叫“水行星”，而不应该叫地球。在我们的太阳系里，没有任何其他一个行星像地球这样拥有海洋。



行星	直　径（千米）	自转周期（以地球上的"天"为单位）	与太阳的平均距离（千米）	公转周期（以地球上的"年"为单位）	卫星数量
水星	4 878	59	58 000 000	0.24	0
金星	12 104	243	108 000 000	0.62	0
地球	12 756	1	150 000 000	1	1
火星	6 794	1.03	228 000 000	1.9	2

图2-10　内行星只占了太阳系中的一小部分。整个太阳系直径是火星运转轨道直径的25倍还多。



与地球科学的综合　正如你们在图2-11里所看到的，地球主要分成三层——地壳、地幔和地核。地壳包括了坚实的岩石表层。在地壳下是一层由熔化的炽热的岩浆组成的地幔。因而一旦火山爆发，这些炽热的物质就会升到地表上。地球有一个密度很大的内核，内核主要由铁和镍组成。地核的外核是液态状的，而内核则可能是固体状的。

科学家们对地球已经研究多年，他们利用已掌握的地球知识来推测其他行星的情况。比如，宇航员在其他行星上发现火山时，就可以推测出那些行星的内部有着或曾经有过炽热的物质。正是由于我们不断地深入研究自己的行星，科学家们才能运用新的知识对其他行星进行研究。

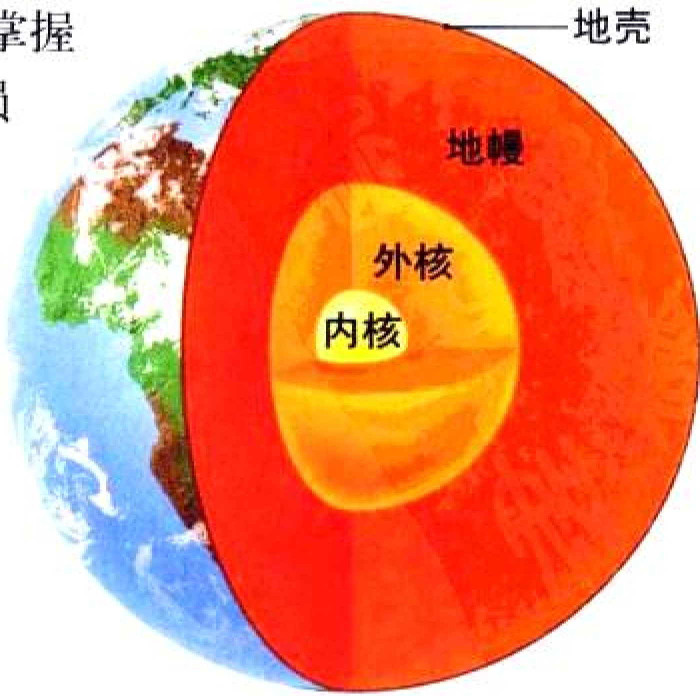


图2-11　地球有一个坚实的岩石表面。

图解　*地球分成哪三层？*

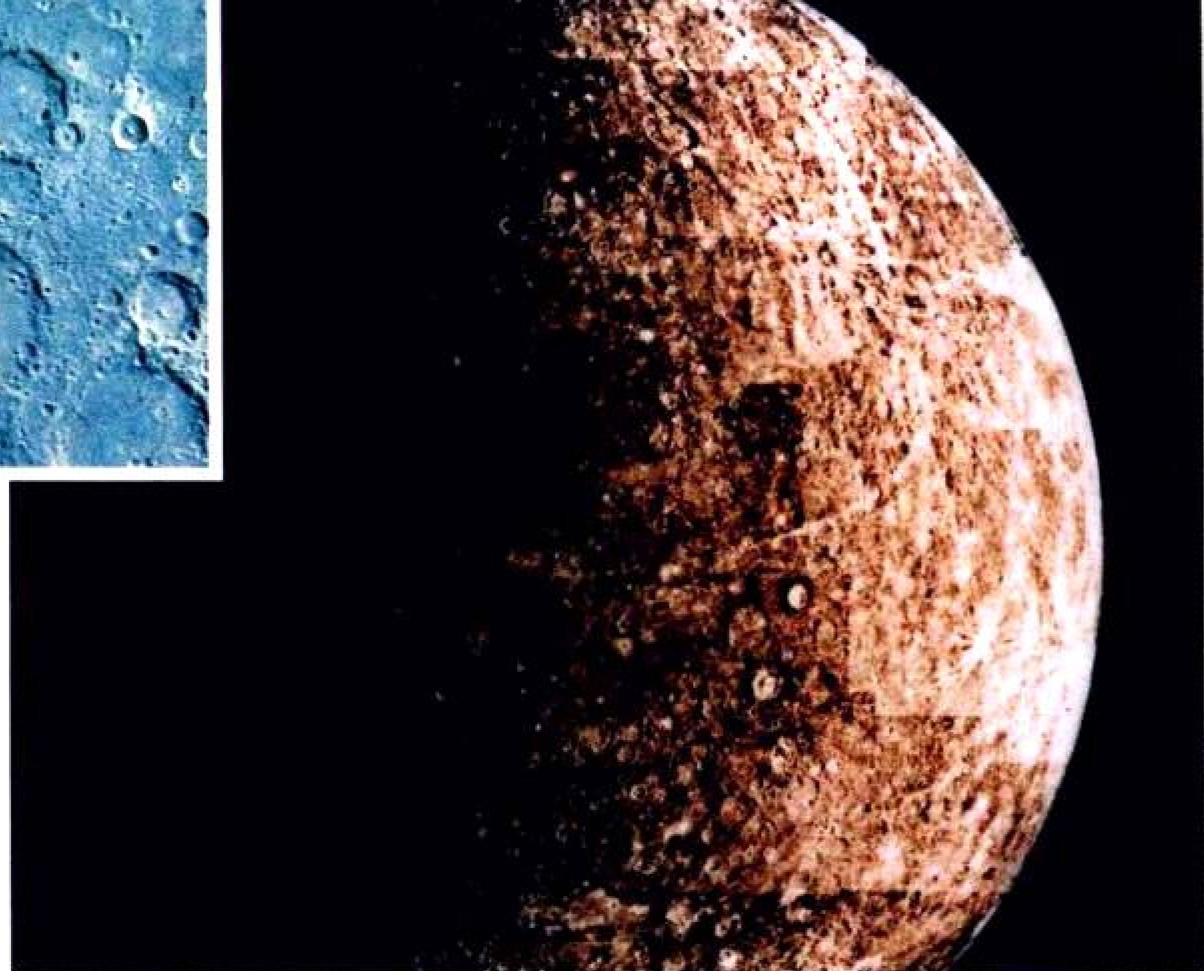



图2-12 这是水星的一张照片和在近距离拍摄的水星的一些环形山的特写镜头。均由太空探测器“水手 10 号”所摄。

水星

离太阳最近的行星是水星。水星比地球的卫星——月球大不了多少，而且水星没有自己的卫星。天文学家们已经可以推断出水星的内部主要是由密度很大的金属铁和镍构成的。

探测水星 因为水星离太阳太近，所以地球上的人不曾很好地观测过水星。天文学家们所拥有的关于水星表面的全部知识仅仅来源于一个于 1974 年发射的太空探测器——“水手 10 号”。“水手 10 号”只对水星半个表面进行了拍摄，所以，天文学家们仍然不知道剩下的那半个表面是什么样的。

“水手 10 号”所拍摄的照片表明水星和月球一样，表面有许多平原和环形山。水星上的环形山已经以画家、作家和音乐家的名字来命名，其中包括作曲家巴赫和莫扎特。

水星的大气 水星的大气非常稀薄。很明显，水星上的气体的温度曾经非常高，致使气体微粒飞快运行。因为它们运行得太快，于是这些气体微粒摆脱了水星微弱的引力而进入太空。尽管如此，天文学家们还是探测到水星的大气里有少量的钠和其他气体。

水星是一颗拥有很多极端的行星。它离太阳太近，以至于在白天，面向太阳的那一面的温度达到 450℃。因为水星几乎没有大气，所以所有的热量在晚上都散发到太空里去了，温度就跌至零下 170℃。水星的温度变化幅度比太阳系中其他任何一颗行星都要大得多。

☑ ***想一想*** ***为什么天文学家研究水星有很大难度？***

金星

在日落后时，如果你在西方天空看见一颗明亮的发光天体，那有可能就是金星。金星闪闪发亮，因此它虽然不是一颗真正的能发光的恒星，但人们还是称它为“昏星”。恒星都会自己发光，但是与其他行星和卫星那样，金星只是反射了太阳光才发亮的。早晨你会发现金星比太阳还升起得早，因此它又被称为“晨星”。除了早晚之外，在其余时间里，金星因为靠太阳太近，所以你在地球上看不见它。

金星和地球的大小非常相似，因而有时它被称为地球的双胞胎。天文学家们还认为金星的密度和内部结构与地球很相似。尽管如此，金星与地球在许多方面还存在着很大的差别。

金星的自转　金星围绕太阳公转1周大约需7.5个地球月，而金星绕轴自转1周需8个地球月。金星自转非常慢，因此它的“天”要比“年”长。奇怪的是，与大多数行星和卫星相反，金星自东向西自转，这种自转称为**逆向自转(retrograde rotation)**，它取自于拉丁语“向后运动”的意思。天文学家提出的解释这种不同寻常自转的一种假设是，数亿年前，金星曾经遭受了一个巨大天体的撞击，那次撞击导致了金星自转方向的改变。

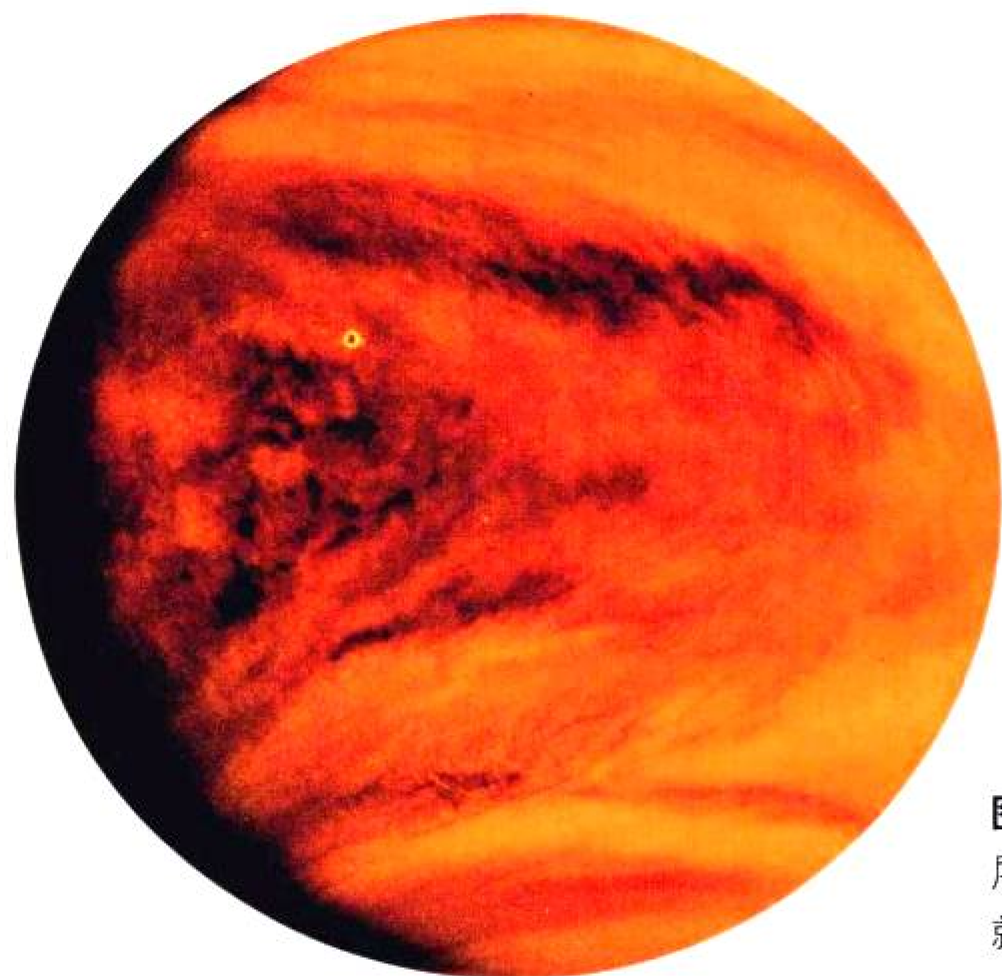


图2-13　金星厚厚的大气层，使它从太空上看起来就像是云遮雾障似的。

增进技能

绘制图表　活动

运用第63页图2-10的数据绘制一张折线图，标出水星、金星、地球和火星到太阳的平均距离，以及它们的公转周期，再对这两个变量之间的关系加以说明。如果你愿意的话，还可以加上第71页的图2-19中的木星、土星、天王星和海王星的数据。

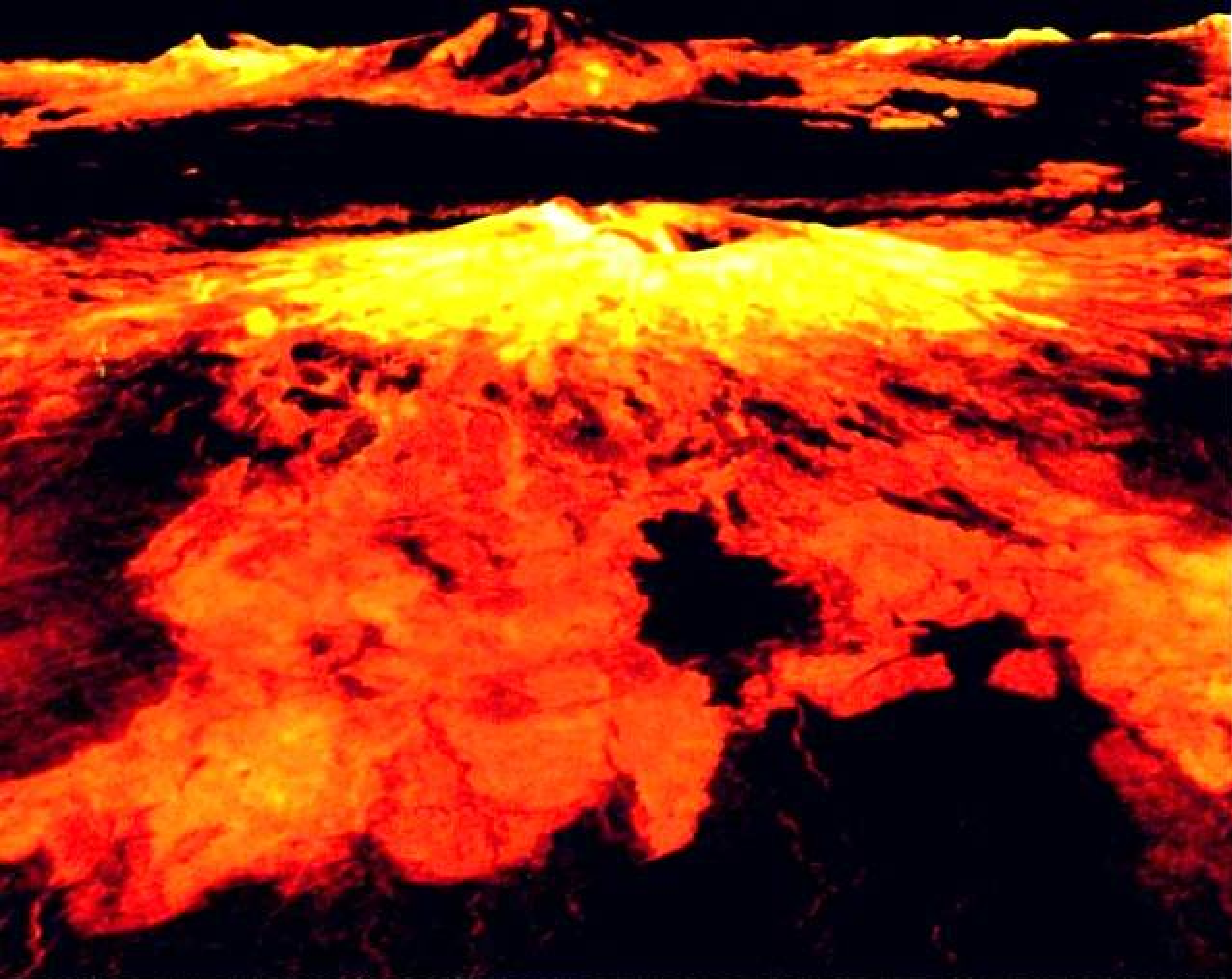


图2-14 “麦哲伦号”宇宙飞船利用雷达穿透金星的云层来观测金星表面。这一幅金星的火山三维立体图，是电脑运用雷达数据绘制成的。群山的高度经过夸张手法，使其显得十分突出。

金星的大气层 金星的大气层非常厚，因而它每天都显得阴沉沉的，从来没有哪一天是阳光灿烂的。天文学家从地球上看金星，只能看到它一直都被均匀的云层笼罩着。

如果能站在金星上，那么你立刻就会被它的大气重量压碎，因为金星的大气压比地球的大气压要大90倍。在金星上你无法呼吸，因为它的大气中主要是二氧化碳，而且金星上的云，一部分是由硫酸构成的。

因为金星比地球更接近太阳，金星就要比地球获取更多的太阳能。只要平常的阳光，就可以穿透金星的大气层而照射到它的表面；其表面升温后就会释放热量，而二氧化碳把这种热量积聚在大气层中。因此金星的表面就越来越热，其温度可达460℃——这样的高温足可以把铅都熔化掉。这种由大气层将热量积聚起来的现象叫做**温室效应(greenhouse effect)**。

探索金星 总共有19艘宇宙飞船已先后到过金星，这个数目远比到其他星球的要多得多。有些飞船已经穿过云层登陆金星表面，其中第一艘登陆并发回信息的“金星探测器7号”是在1970年登陆的，但只生存了23分钟。后来登陆的宇宙飞船寿命更长些，而且还发回了金星表面的照片和其他数据。

科学家们通过“麦哲伦号”探测器收集的数据，掌握了金星表面的大部分情况。“麦哲伦号”探测

音乐 链接

英国作曲家古斯塔夫·霍尔斯特(1874～1934)曾谱写了一组题为“行星”的管弦乐曲。这七首曲子极富韵律地描绘了火星、金星、水星、木星、土星、天王星和海王星。

阅读DIY

先听一首“行星”组曲中乐曲录音，再想一想霍尔斯特是怎样用音乐来展现行星的？你又会用什么样的语言来描述你所听到的音乐？

器携带着雷达仪器于1990年抵达金星。雷达可以透过云层对金星表面进行观测，所以“麦哲伦号”探测器得以勘测金星的整个表面。

“麦哲伦号”探测器的观测非常详尽具体，只要你在金星上方飞行一下，计算机就可计算出金星看起来像什么。图2-14就是其中的一张雷达照片：金星上覆盖着岩石，很像地球上那些遍布岩石的地方。金星上有一座座火山，布满熔岩流，还有许多环形山和一些在其他行星上尚未发现过的奇特的半圆球状物。

☑ **想一想** ***为什么金星表面那么炽热?***

火星

火星又叫“红色行星”，因为它一出现在天上，你就可以看到它那淡淡的红色。火星的大气主要由二氧化碳构成，它的气压只有地球气压的百分之一。你能在火星上到处走动，但必须穿上密封的宇航服，而且还得像深海潜水员一样，要带上氧气瓶。火星上有云，但与地球上的云相比，就稀薄得多了。

火星上有运河吗 1877年，意大利天文学家乔瓦尼·斯基亚帕雷里宣布说，他看到了火星上长长的直线，他称它们为运河，或为水道。19世纪80年代和20世纪初，美国天文学家珀西瓦尔·洛威尔曾两度使许多人相信，这些直线是由聪明的火星人所建造的运河，用以输水。现在，天文学家都已知道斯基亚帕雷里和洛威尔是弄错了，因为火星上既没有地球上能看到的运河，甚至也没有什么水渠。

天文学家们已经发现，火星的北极是有些水，但这些水是以冰的形式存在的，如图2-15所示。到了冬季，这个极地冰冠就被一层固态的二氧化碳所覆盖。火星的南极也有一个冰冠，它的主要成分也是固态的二氧化碳。

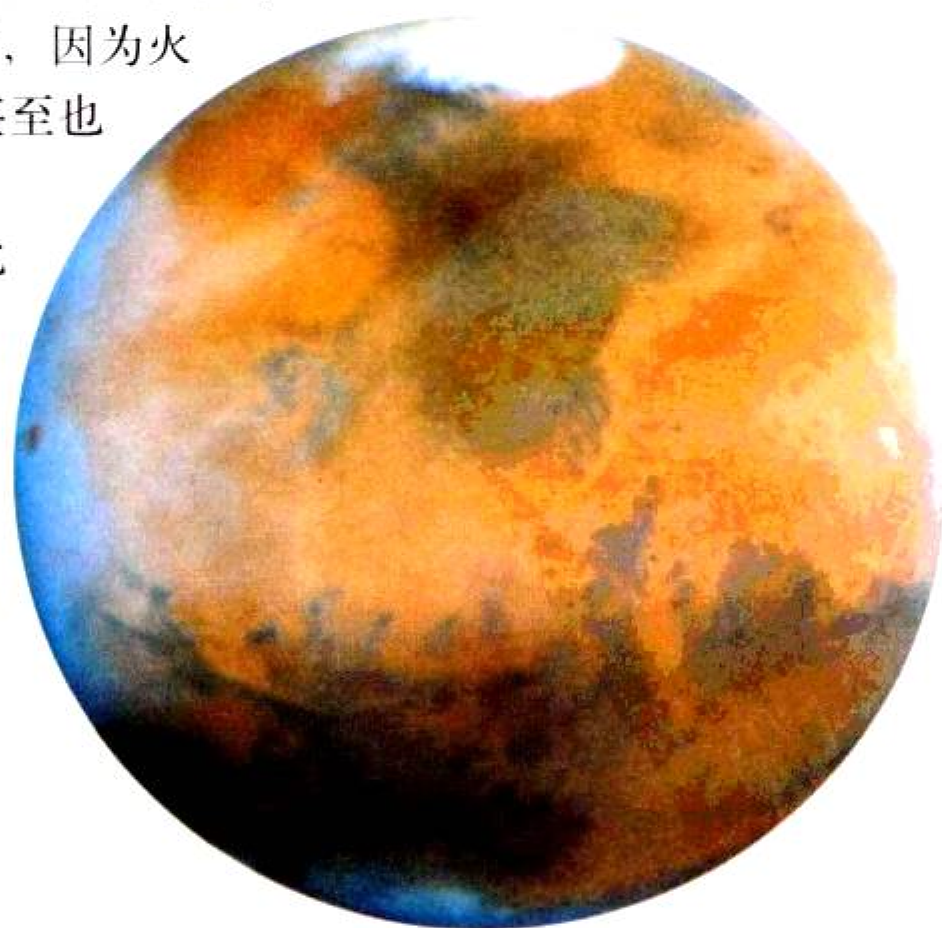


图2-15 由于空气稀薄和远离太阳，火星上非常寒冷。火星的两极都有冰冠。




图 2-17 火卫一(左)和火卫二(右)是火星的两颗小卫星，上面布满了环形山。

火星“探路者号”携带了一个无线电微波遥控的机器人，名叫“旅居者号”，用来探测火星岩石。同样，在1997年，另一个探测器“火星球体观测器”进入绕火星运行的轨道，开始了对火星表面的详细勘测和拍摄。

火星的卫星 火星有两颗非常小的卫星。火卫一较大，直径有27千米，其直径长度相当于汽车在高速公路上行驶15分钟的路程。火卫二要小一些，直径只有15千米。从太空作近距离观测可以看出，和月亮一样，火卫一和火卫二表面都布满了环形山。



第三节复习

1. 行星有什么共同的特征？
2. 水星的大气层是怎样的？请解释说明。
3. 为什么天文家们能够看清火星的表面，却看不清金星表面？
4. 天文学家们对金星表面的研究是如何进行的？
5. 天文学家们有什么证据来证明火星上曾经有液态水？
6. **理性思维** **因果推断** 金星距离太阳要比水星远得多，但金星上的温度却和水星的向阳面上的温度一样高。为什么？请解释说明。

课题 2

检查进度

现在由你来设计一个显示各行星直径的比例模型。可采用几种不同的比例，从中找出一个合适的。在这个比例中，要求既能让最小的行星清晰可见，又能使太阳与教室大小相称。把太阳和其他行星的直径按比例分别缩小，并在你的数据表上做记录。用已经按比例缩小的直径和你所熟悉的东西，如硬币，作一个比较。将比较的结果填入你的数据表中。

SECTION 4 外行星

探索 活动

外行星有多大

行星直径	
行星	直径
地球	1
木星	11
土星	9.4
天王星	4.0
海王星	3.9

这张表显示了外行星的直径相对地球直径的大小。例如，木星的直径是地球直径的11倍。

1. 用毫米刻度尺来量出一枚1元硬币的直径，该直径就代表地球的直径，再把这枚硬币的轮廓描绘出来以代表地球。
2. 如果地球就是一枚1元硬币那么大，请计算一下木星有多大。画一个圆来表示木星。
3. 再用第二步的方法分别计算并画出其他外行星的圆。

思考

分类 把这些行星从大到小依次列出，哪一颗是最大的外行星？哪一颗外行星要比地球小得多？

阅读指南

◆ 那些巨型气态行星有哪些主要特征？

阅读提示 在阅读之前，请先看一下本节中的照片及其解说词，然后写下你想提的任何问题。一边读，一边寻找答案。

天文学家所掌握的有关外行星的资料，大都来自美国国家航空航天局发射的太空探测器对外行星的造访。“旅行者1号”和“旅行者2号”于1979年抵达木星，并发回了对木星的近距离观测所拍摄的照片。1980年，“旅行者1号”马不停蹄地去造访土星，“旅行者2号”也访问过土星，接着又飞向天王星和海王星进行探索。1995年，“伽利略号”宇宙飞船飞抵木星，并将一个探测器放入木星大气层中。

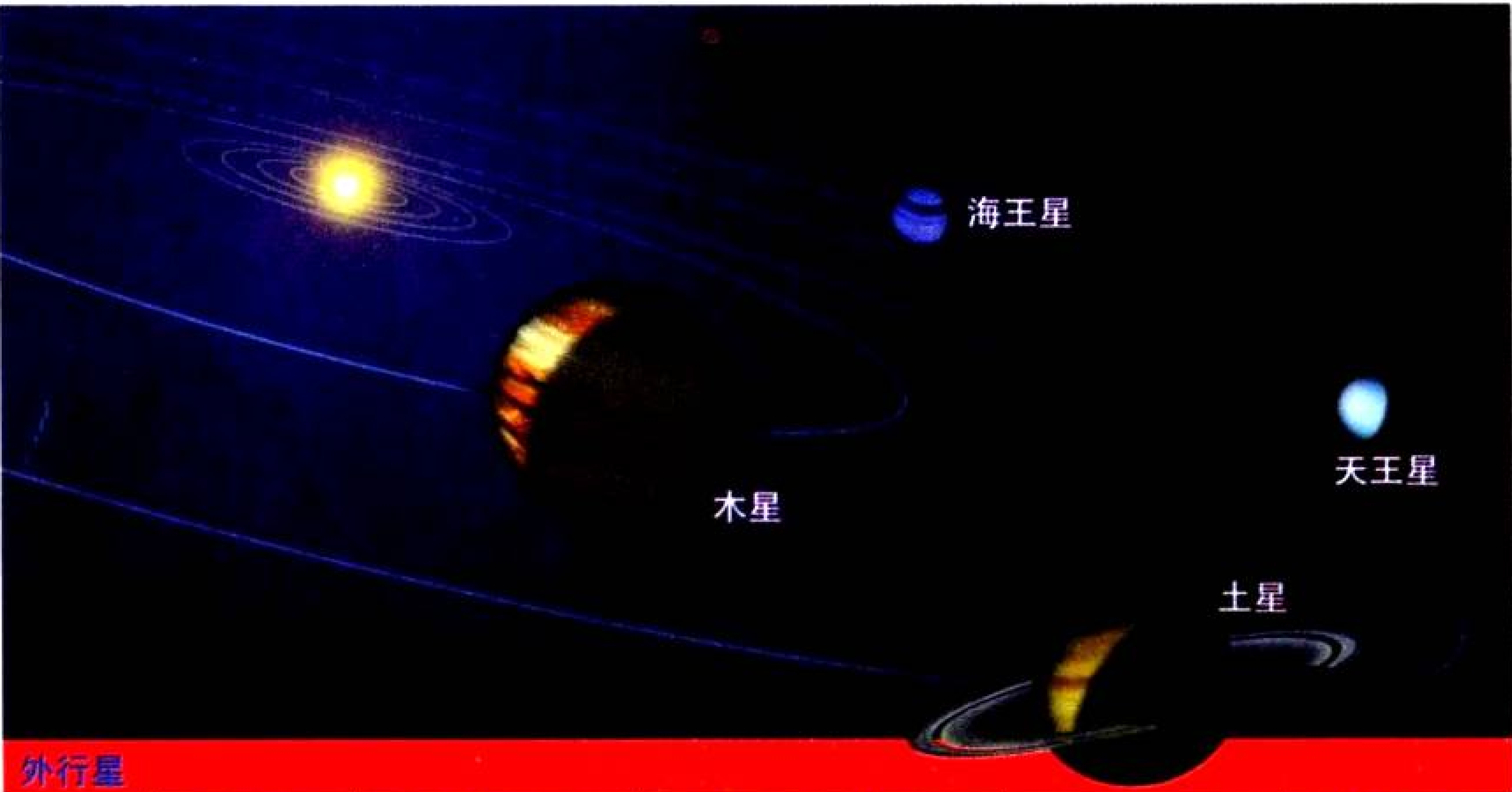
巨型气态行星的结构

与地球相比，一些行星显得非常巨大。最大的行星——木星的直径是地球的11倍，质量则是地球质量的300多倍。如果把地球放在木星旁边，地球与木星就如小巫见大巫；如果地球是普通学生的身高，那么木星就有6层楼那样高。

如图2-19，木星和其他行星远离太阳，因而它们就叫做外行星。**4个外行星——木星、土星、天王星和海王星——都要比地球大得多，且都没有坚实的表层。**由于这些行星非常庞大，所以被称为**巨型气态行星(gas giant)**。



图2-18 如果奇瓦瓦小狗代表地球的大小，那么丹麦大狗也还只有大约半个木星那样大。



行星	直　径 （千米）	自转周期 （以地球上的“天”为单位）	与太阳的平均距离 （千米）	公转周期 （以地球上的“年”为单位）	卫星数量
木　星	142 800	0.41	778 000 000	12	17
土　星	120 540	0.43	1 427 000 000	29	19
天王星	51 200	0.72	2 871 000 000	84	17
海王星	49 500	0.67	4 497 000 000	165	8

图 2-19　外行星离太阳的距离要比内行星离太阳的距离远得多。这幅比例模型图中，那些内行星既小，离太阳又近，所以在图中无法画出来。

观测　*哪一颗外行星离太阳最近？*

外行星的大气层　因为巨型气态行星的质量实在太大了，所以，它们有着比那些类地行星大得多的引力。这股强大的引力牢牢地控制着那些巨行星的气体不外泄，所以它们都有着一层厚厚的大气层。这些大气的成分同太阳上的气体一样，其中 75% 为氢，24% 为氦，1% 则是其他元素。

巨型气态行星没有一个有着坚实的表面，因而假若你能降落到木星的大气层里，你就会陷入越来越稠密的气体之中。而且在远远没有到达行星的中心或核心之前，你早就被巨大的气压压得粉身碎骨了。

外行星的坚实内核　天文学家认为，每一颗大行星都具有一定的坚实内核，这些内核由岩石、冰、固态二氧化碳以及一些其他混合物构成。每一个行星核心的质量应为地球的好几倍，然而这些内核埋在各行星的核心深处，要想了解它们的更多知识，确实是相当困难的。

☑ ***想一想***　***巨型气态行星为什么会有厚厚的大气层？***

木星

木星是太阳系中最大的一颗行星，它的质量比地球大300倍。

木星的大气 同其他巨型气态行星一样，木星有一层厚厚的大气层，这个大气层主要是由氢和氦构成。木星大气中有许多色彩艳丽的条纹和厚厚的漩涡云。一个特别令人感兴趣的现象就是木星的大红斑，它是一个面积比地球还大许多倍的巨大漩涡云区域。大红斑(如图2-20所示)就好像是一个与地球上的飓风相似的不断移动着的风暴。

木星的卫星 我们还记得，天文学家伽利略曾发现了木星的四颗卫星，它们分别命名为木卫一、木卫二、木卫三和木卫四。这4颗卫星是木星的4颗大卫星，其中木卫一、木卫三和木卫四都要比地球的卫星——月球来得大。自从伽利略发现木星的卫星以后，天文学家们先后还发现有13颗卫星绕着木星公转，木星的卫星总数达到17颗之多。

"旅行者号"和"伽利略号"两艘探测器分别发回许多图像，对木星的许多卫星都作了更加详尽的观测。木星的卫星彼此的差异很大，在图2-21中，你可以看到这种差别。

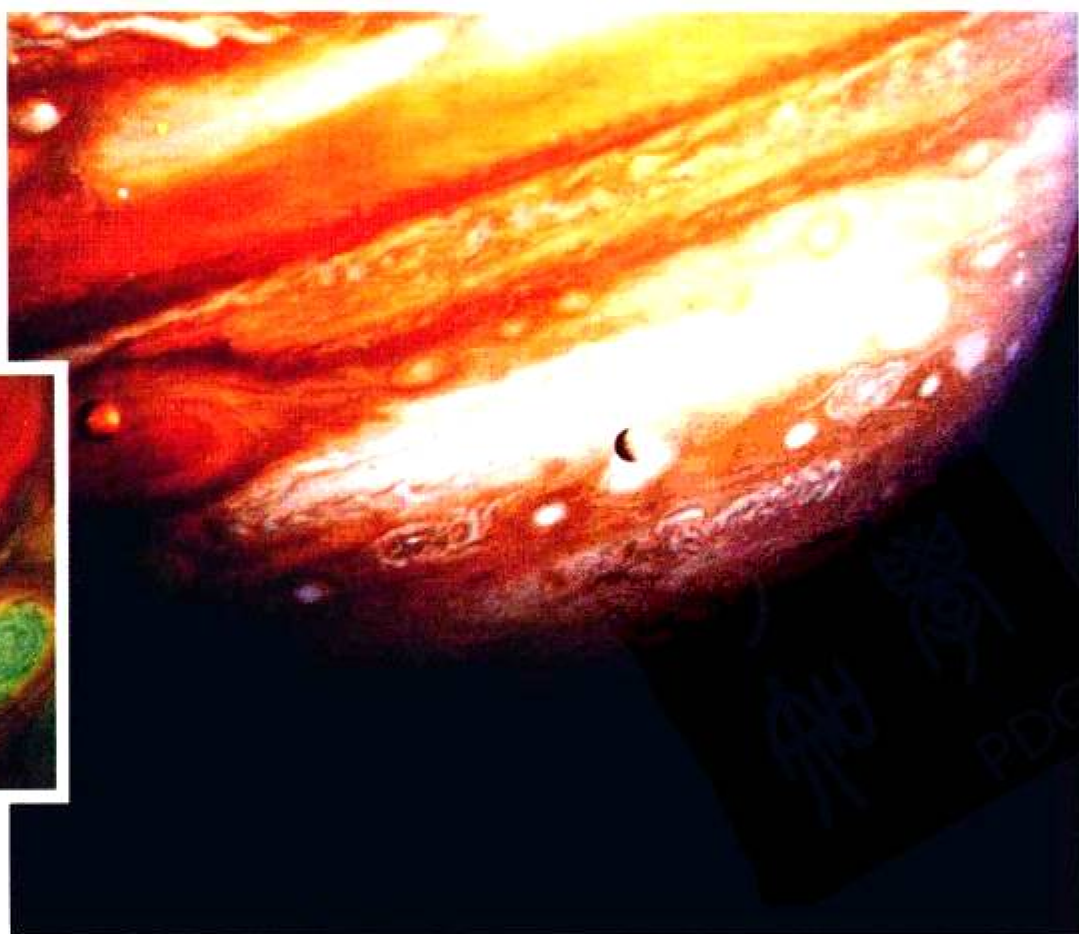




图 2-20 这幅大的木星照片是由"旅行者1号"太空探测器所拍摄的。木星前面的两个小天体，是木星的两颗卫星，即木卫一(左)和木卫二(右)。大红斑(见插图所示)是一个面积比地球还要大得多的风暴。

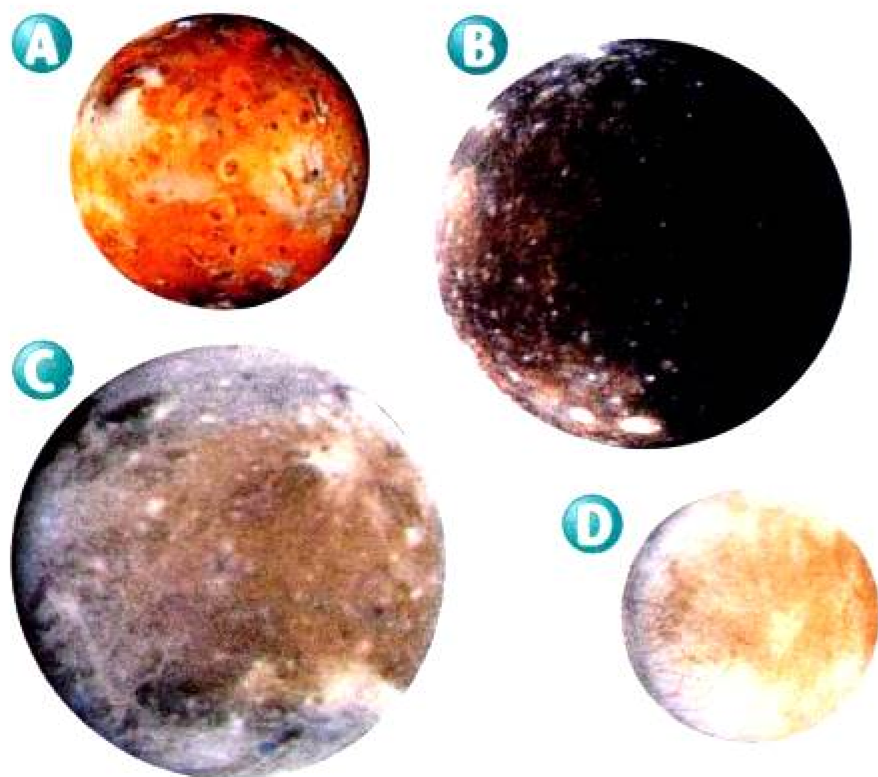


图2-21 天文学家伽利略发现了木星四颗大的卫星。A.木卫一的表面布满了许多巨大的活火山。B.木卫四的表面是个冰雪世界，而且环形山遍布。C.木卫三是木星的一颗最大的卫星。D.在木卫二的冰层下面，可能存在着液态水。

推论 *为什么伽利略只发现了木星的四颗大卫星？*

木卫一的表面布满了火山，其中有10多座火山一直在不停地喷发着。由于这些喷发出来的灼热物质到处流动，木卫一的表面年复一年地发生着变化。这些灼热的物质流中的硫黄，使得木卫一的表面看起来五颜六色，光怪陆离。从太空中看，木卫一就像一只巨大的比萨饼。木卫二的表面有一层冰壳，在冰壳下面可能有液态水，在第六节里，你会获得有关木卫二更多的知识。

木卫三是木星所有卫星中最大的一颗，它的质量大约是月球质量的2倍。木卫三的表面冰雪封冻，部分地区环形山错落其间，而其他地区，在冰雪中可见深沟巨壑纵横。木卫四的表面也是冰雪世界，而且沟洼累累，陨坑满目。

☑ **想一想** ***木星有哪4颗大卫星？***

土星

太阳系里的第二大行星便是土星。土星略小于木星，然而它的光环不但艳丽夺目，而且使其总直径巨增。据“旅行者号”探测器的观测，土星同木星一样，也有一层厚厚的大气层，大气层也是主要由氢和氦构成。土星的大气里也有许多云和风暴，只是不如木星上的云和风暴那么令人震撼。土星是太阳系中惟一的一颗密度小于水的行星。

土星的光环 伽利略用望远镜第一次观测土星时，看到土星的两侧有什么东西向外突出，但他弄不明白那突出物是什么。几十年后，另一位天文学家用了一架改进了的望远镜进行观测，发现土星有许多光环围绕着它。天文学家们后来发现，这些光环是数目巨大的冰块和石块，它们都以自己的轨道绕着土星运转。

试一试

土星模型

活动

这里教你如何制作土星的比例模型。

1. 用一只直径为8厘米的泡沫塑料圆球代表土星。
2. 用透明薄片作为土星的光环。将该薄片剪成一个直径为18厘米的圆片，而在该圆片中央再剪出一个直径为9厘米的圆洞。
3. 沿“土星”的赤道，等距离插上5根牙签，然后把剪好的透明圆薄片架在牙签上，并加以固定。在圆薄片上再撒上一些小苏打。
4. 用一粒胡椒子来代表土星的最大卫星泰坦星。把该胡椒子放置在离“土星”72厘米远处，并使其与土星光环处于同一平面上。

建立模型 那些小苏打颗粒代表什么？

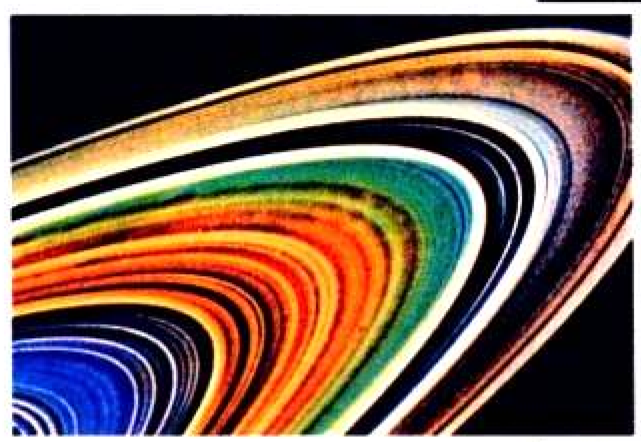




图 2-22　土星的光环由大小不同的冰块和石块构成。左图显示出土星确实有许多小光环。图片里的颜色是由计算机添加的。

观察　*为什么当土星光环的边缘面对地球时，就很难看到它了？*

从地球上看，土星好像只有不多的一些光环，并且这些光环还被又窄又暗的条带分隔开来。“旅行者号”宇宙飞船发现，每一个这些显目的光环，还都被分成几十个更小的光环。总之，土星有几百个光环。

土星的光环宽而薄，就像一只密质圆盘。有时土星的光环会倾斜，此时观测者从某一角度可以看到这些光环。偶尔，光环也会竖立着，因为光环很薄，所以在这种情况下，天文学家根本无法看到它们。

在过去的几十年里，在其他的巨型气态行星周围也发现了光环。但是木星、天王星和海王星周围的光环远不及土星的光环那样壮观。

土星的卫星　土星最大的卫星泰坦星要比地球的卫星月球大。泰坦星虽在1665年就被发现了，但要不是“旅行者号”探测器经过那里，它只是被认为是一个光点而已。探测器表明泰坦星的大气层很厚，只有很少一点点光能穿透它。只有那些研究哈勃太空望远镜拍摄的图像的天文学家，才能勉强看到泰坦星的表面。

土星还有其他四颗直径在1000千米以上的卫星。这四颗卫星分别称为土卫三、土卫八、土卫四和土卫五。“旅行者号”探测器拍摄的图像表明，这些卫星上都有环形山和峡谷。

想一想　***土星的光环是由什么构成的？***

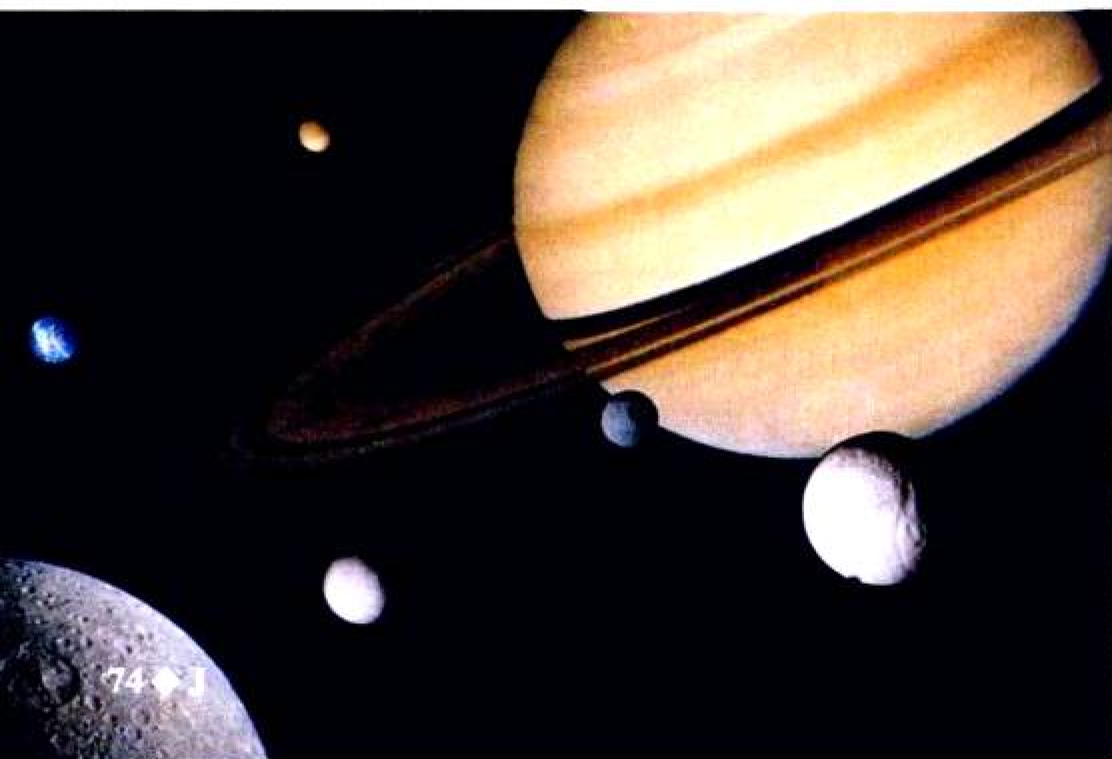


图 2-23　这张包含土星 6 颗卫星的组合照片，是由“旅行者 1 号”和“旅行者 2 号”拍摄的。

天王星

尽管巨型气态行星天王星的直径是地球的4倍，但它还是比木星和土星小得多。

天王星离太阳的距离是土星的2倍，所以它非常冷。天王星看上去呈淡蓝色，因为它的大气层中含有甲烷。

天王星的发现 在1781年，英国天文学家威廉·赫歇耳发现了天上有一个不太像恒星的天体。起初，他认为这是一颗彗星。但是其他天文学家马上测算出了它的运行轨道，意识到它是一颗远于土星的行星。这一发现使赫歇耳声名大振，同时也开启了一个探索太阳系的新时代。

探索天王星 1986年，在赫歇耳发现天王星的200多年之后，"旅行者2号"抵达了天王星，并发回给我们仅有的几张这颗行星近距拍摄的照片。这些由"旅行者2号"拍摄的照片，显示了天王星表面上空只有一些云，但就凭这一点点，天文学家们也测算出天王星自转1周大约需要17小时。

奇怪的是天王星的自转轴与垂直方向呈90°交角，如图2-24所示。从地球上看，天王星是从上而下自转的，不像其他大部分行星的自转总是由一侧转向另一侧。天文学家猜测，这是在几十亿年前，天王星曾被一个天体从侧向撞击之故。

天王星的卫星 "旅行者2号"拍摄的照片显示出，天王星5颗大的卫星的表面都有冰层和环形山。一个个的环形山表明，这些卫星都曾遭到来自太空的许多岩石的撞击。天王星卫星的表面也有熔岩流，因此可以猜测，有物质从卫星内部喷发出来。"旅行者2号"的照片揭示了以前从未见到过的天王星的10颗卫星。在1997年，天文学家们又发现了两颗卫星，这样，天王星的卫星的总数是17颗。



图2-24 A.这张拼图显示了"旅行者2号"拍摄的照片，它包含了天王星以及它17颗卫星中的5颗。 B.与其他行星不同的是，天王星是自上而下自转的。

语言艺术 链接

古罗马人用他们崇拜的诸神的名字命名行星。水星是长有双翅能飞的诸神的信使，金星是美的女神，火星是战神，木星是罗马诸神的国王，而土星则是罗马农业之神。

在近200年中被发现的行星都用古代神的名字加以命名。天王星是希腊之神盖亚，大地女神的丈夫，而海王星则是罗马海之神。

阅读DIY

查阅参考书，找一个已经用来命名行星的神的详细情况。做一个展示该神的招贴画，描述一下他或她的特征。

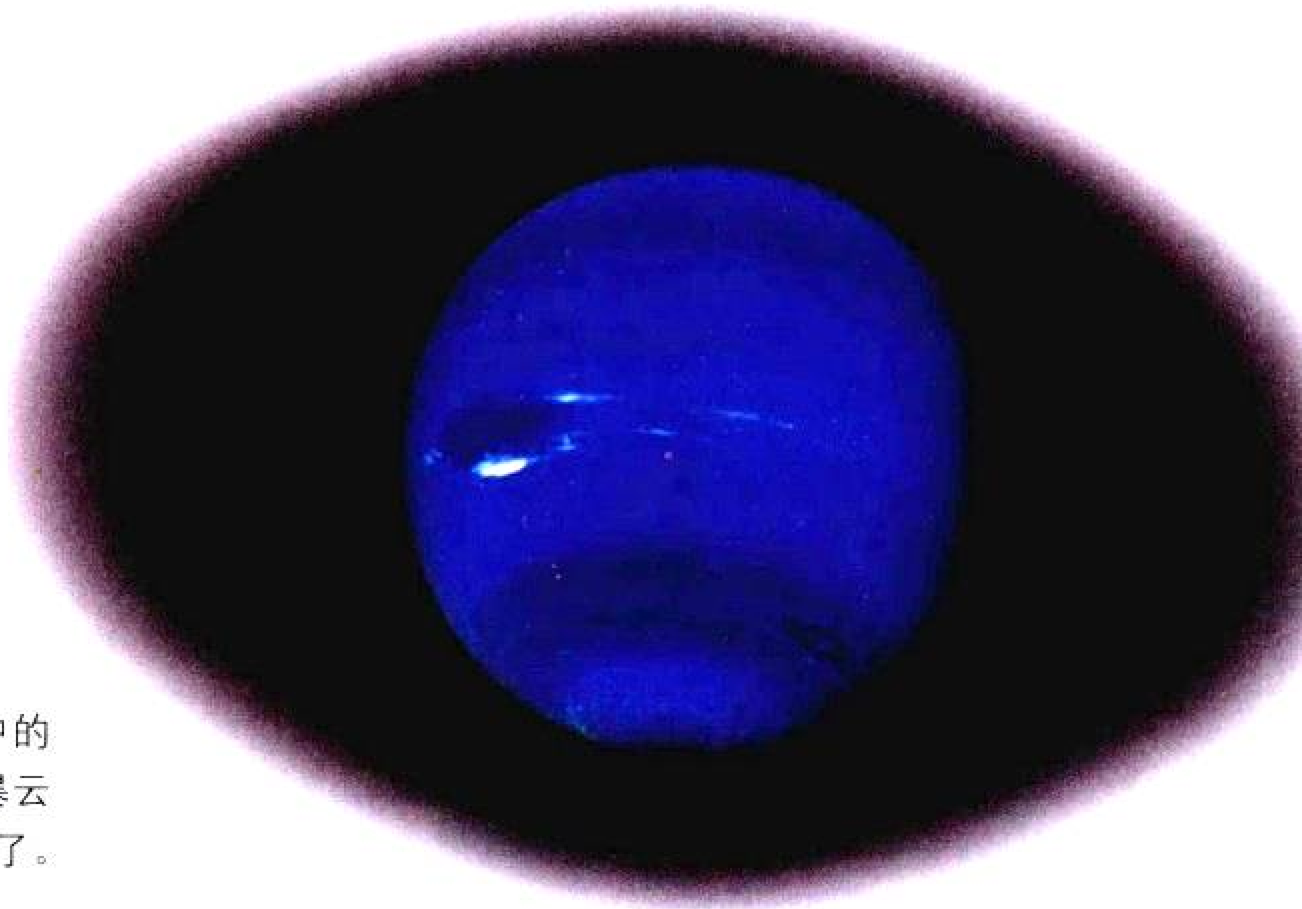


图 2-25 在海王星大气中的“大黑斑”是一个巨大的风暴云系。现在这场风暴已经过去了。

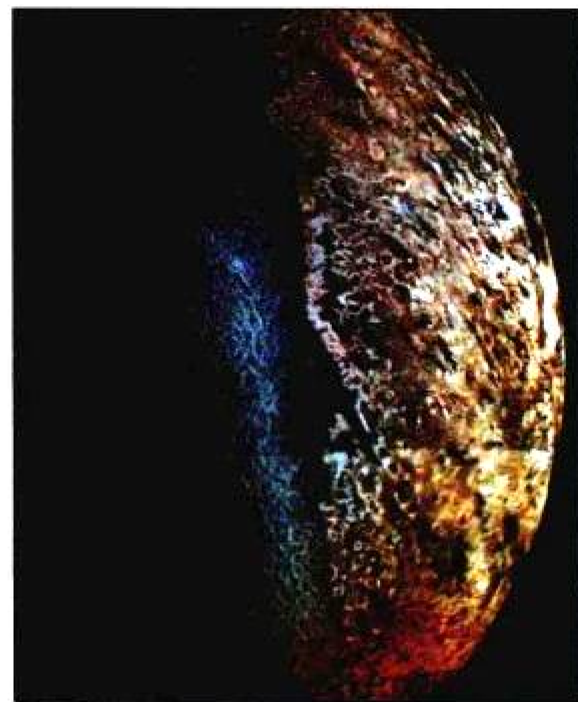
海王星

比起天王星，海王星离太阳更远，它离太阳之远是地球到太阳距离的30倍。不像天王星那样只有几乎清一色的蓝色大气，海王星的大气还包含着可见的云。

海王星的发现 海王星的发现是通过数学预测的结果。天王星并不按照天文学家们为它预测的轨道运行，因此天文学家就假设，肯定存在着一颗未见过面的行星，它的引力正在影响天王星的运行轨道。到1846年，英国和法国的数学家都已计算出这颗新行星的轨道。几个月后，一位观测者在德国看见天空中有一个不知名的天体，它就是那颗现在叫做海王星的新行星。

探索海王星 1989年，“旅行者2号”飞经海王星，在那里拍到了一个“大黑斑”，如图2-25所示，它如地球般大小。就像木星上的“大红斑”，“大黑斑”很可能是一个巨大的风暴，但这个风暴持续的时间不长。5年后，用哈勃太空望远镜拍摄的图像显示，“大黑斑”已经消失了。另外，海王星上一些较小的黑斑和云区仿佛也时隐时现。

图 2-26 海王星最大的卫星海卫一布满了山脉和环形山。



海王星的卫星 天文学家已经发现有8颗卫星绕着海王星公转。海王星最大的卫星是海卫一。“旅行者号”探测器拍摄的照片显示出，在靠近海卫一南极的区域覆盖着一层冰冠，而且有黑色的物质从下面喷涌出来。

☑ **想一想** ***在科学家发现海王星之前，有什么证据让他们断定它的存在？***

被“开除”的行星——冥王星

冥王星同其他巨型气态行星相差甚多。**冥王星有坚实的表面，但质量要比地球小得多**。事实上，它的大小还不足地球的卫星月球的$\frac{2}{3}$。

冥王星离太阳很远，它每绕太阳公转1周要249个地球年。因为冥王星太小，而且又离地球太远，天文学家们至今对它还不十分了解。

冥王星的发现 美国天文学家克莱德·汤博于1930年发现了冥王星。汤博一直在搜寻一个他认为可能影响海王星运行轨道的巨大天体。在花了10个月时间对成千上万张影像进行分析研究之后，他才发现了冥王星。

冥王星从九大行星中除名 数十年来，科学家普遍认为太阳系有九大行星。但随着一颗颗比冥王星更大、更远的天体的发现，使得冥王星大行星地位的争论愈演愈烈。2006年8月24日，国际天文学联合会投票决定，取消冥王星的行星资格，而将其列入“矮行星”。

矮行星的定义 一颗矮行星是一个天体，它需要满足的条件是：围绕太阳运转，有足够大的质量来克服固体应力以达到流体静力平衡的(近于圆球)形状，没有扫清所在轨道上的其他天体，同时不是一颗卫星。

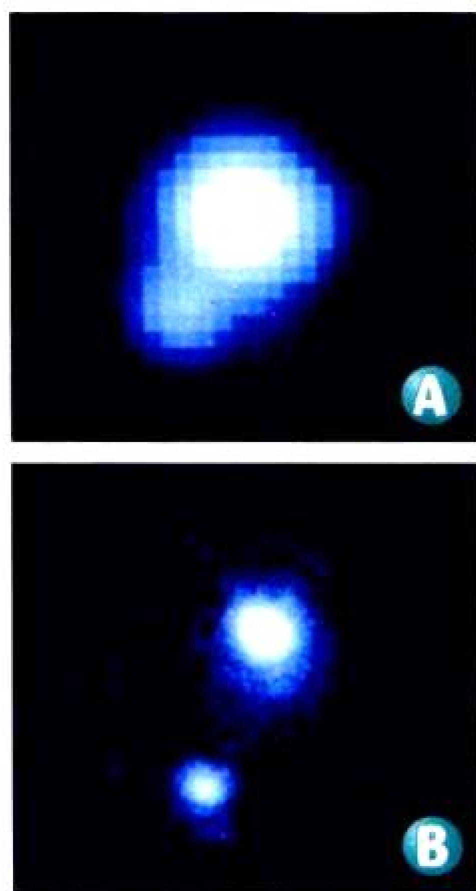


图2-27 A. 在地球上很难从望远镜中看清楚冥王星和卡戎之间的空间。B.这张照片是从哈勃太空望远镜中拍摄下来的，它清楚地显示出它们是两个天体。



第四节复习

1. 那些巨型气态行星之间有什么共同之处？又有什么不同之处？
2. 冥王星与巨型气态行星有什么不同？
3. 木星表面最显著的特征是什么？这个特征是由什么造成的？
4. 为什么天文学家认为天王星在几十亿年前曾被其他天体撞击过？
5. **理性思维** **预测** 你是否认为天文学家已经发现了所有外行星的卫星？解释一下。

课题 2

检查进度

如果你已有了可以把体积和距离分别表示出来的模型，不妨再设计另一种比例的太阳系模型。这一次，请用同一种尺寸比例表示体积和距离的方法，来做一个太阳系模型。如果将教室里的黑板作为太阳，那么在教室里、操场上，甚或在市区里，可以放得下哪些行星呢？和同学们讨论一下，在做体积和距离同等比例的模型时产生的各种问题。如果需要，可以对你的模型进行修改。

提出假设

绕太阳飞速旋转

在这个实验里，你将要提出有关行星与太阳距离与行星本身绕太阳公转周期之间关系的一种假设，并加以验证。

问题

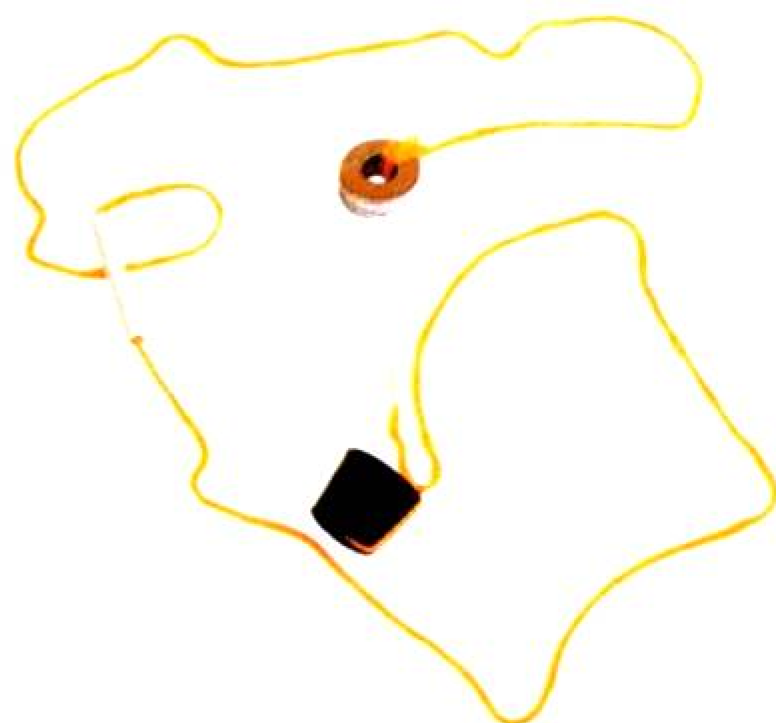
行星与太阳之间的距离是怎样影响行星的公转周期的？

材料

一根1.5米长的细绳
一个有孔的橡皮塞
一条6厘米长的塑料管
一只秒表
一个砝码或几个垫圈

步骤

1. 你认为行星离太阳的距离与它的公转周期有什么关系？请用"如果……，那么……"的形式来陈述。



2. 为检验你的假设，你需要做一个行星模型，操作如下：
   a. 将细绳穿过橡皮塞的孔，用绳的一头在绳上打一个结，然后把绳拉紧，看看绳结是否会散开。
   b. 把细绳的另一头穿过塑料管，然后系住砝码。请你的指导老师检查细绳两头的两个绳结有否打结实。
   c. 把塑料管捏在手中，并举过头顶，让绳子一头的橡皮塞做圆周运动，但要保持匀速转动。此时，橡皮塞旋转形成的圆就代表行星的轨道。

   注意：要站在离同学远一些的地方。旋转的橡皮塞不要打着其他同学或物体，不要让细绳脱手。

3. 在给行星模型作不同距离调试之前，先将数据表抄录在笔记本上。

数据表

距离（厘米）	公转周期			
	测试1	测试2	测试3	平均值
20				
40				
60				

4. 拉起绳子，把橡皮塞拉到离塑料管20厘米处，然后加速橡皮塞子到某一速度使其保持稳定的圆周运动。

5. 请你的搭档记下公转10周所用时间，然后除以10，求出公转1周所用时间。把这一数值填在测试1一栏中。
6. 重复步骤4～5两次，然后把数据分别填入测试2和测试3栏目中。把三次得出的数值相加并除以3，求出平均公转周期。
7. 如果把塞子放远到40厘米处，你认为它的公转周期是会增大，还是减小呢？把塞子拉远到40厘米处，重复步骤4～6，以便找出答案。
8. 在第7步得出结果的基础上，你想修改你的假设吗？请作一些必要的更改。再把塞子拉远到60厘米处，重复步骤4～6。

分析与结论

1. 在你的模型里，哪一个物体代表太阳？哪一个代表行星？
2. 拉绳的力代表什么力？
3. 把橡皮塞拉远使它作公转时的轨道更大一些，这时绳子拉力变大了，还是变小了？为什么？
4. 在步骤7和8中，当你把轨道变大时，公转周期会发生什么变化？
5. 你的观测支持你的假设了吗？在观测的基础上，把你的结论总结一下。
6. 哪些行星绕太阳公转1周所用时间较少，是离太阳近的行星还是离太阳远的行星？用模型来得出你的答案。
7. **思考** 在提出假设时，你考虑到哪些信息？怎样用实验数据修改你的假设？

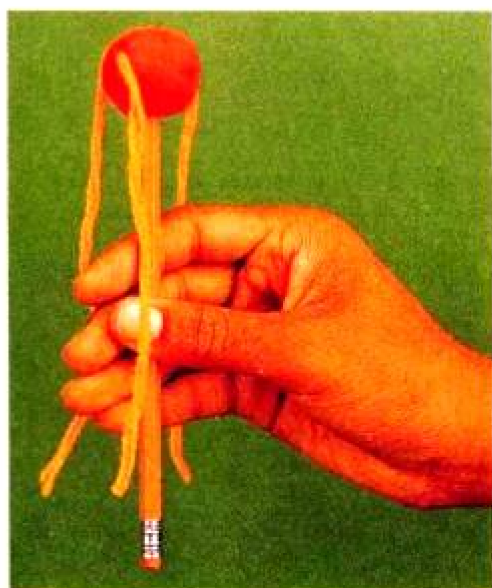
设计一个实验

写一个关于行星质量与公转周期的假设。用不同质量的橡皮塞做实验，以验证你的假设。在转动橡皮塞以前，请你的老师检查一下绳结，是否牢固。



SECTION 5 彗星、小行星和流星

探 索 **活 动**



彗尾指向何方

1. 用橡皮泥做一个小球表示彗星。
2. 用一支铅笔尖把三条10厘米长的细线扎入小球，这些线代表彗尾。把球插在笔尖上，如左图所示。
3. 把球举在距电扇1米处。电扇风代表太阳风。把球移向电扇，再移开，然后再在电扇两侧来回移动。

   注意： 手指远离扇叶。

思考

预测 球的移动怎样影响细线的指向？是什么决定了彗尾的指向？

阅读指南

- 彗星与小行星有什么特征？
- 流星体是从哪里来的？

阅读提示 阅读时，为本节列一个提纲，并用标题标明主题。

设想你看到彗星相撞。其实，这在1994年的7月也确确实实发生过。1993年，尤金、卡洛林·休梅克和戴维·莱维发现一颗新彗星在木星附近，受木星强大引力作用而破裂。1994年，这些碎片坠毁在木星上。在地球上，天文学家对这次大爆炸看得目瞪口呆——有些爆炸区域面积竟然大如地球！

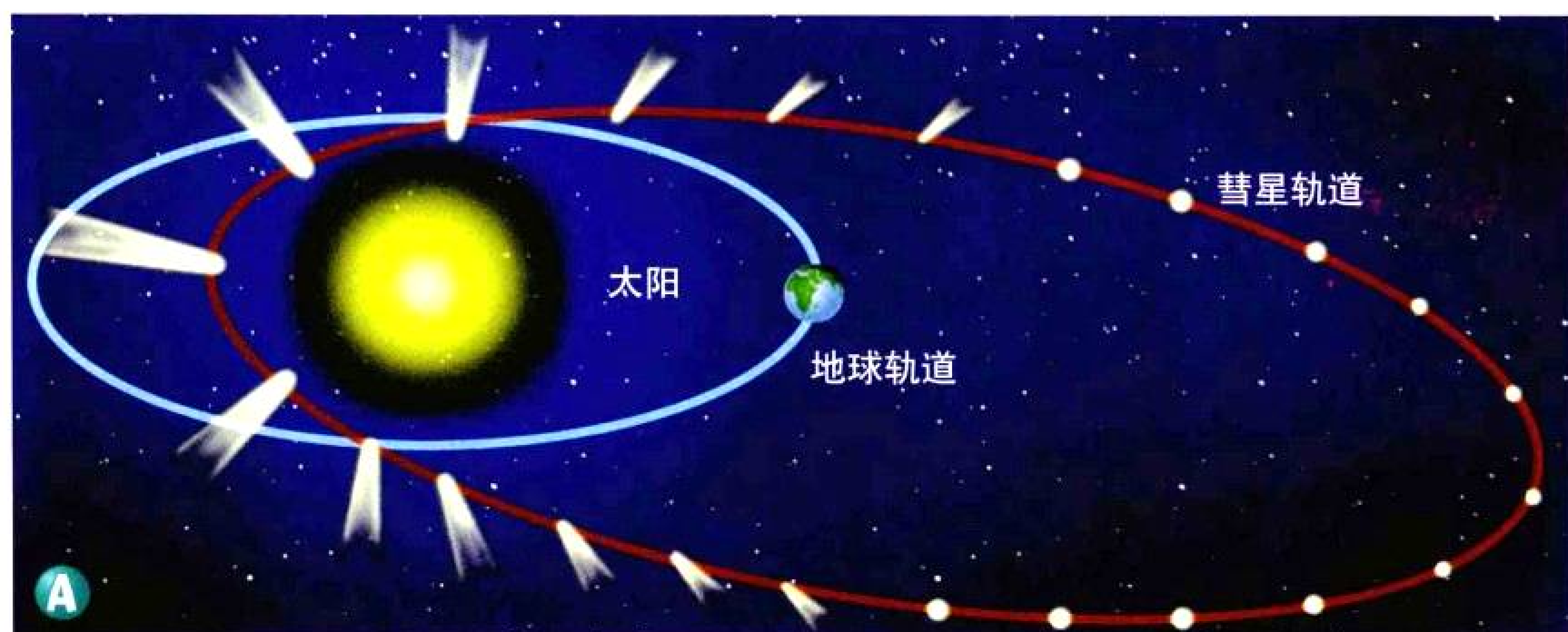
这事件说明太阳、大行星、卫星并不是太阳系仅有的天体，太阳系还有几百万个较小天体，它们大都被归类为彗星和小行星。

彗星

在夜空中，彗星是你能看到的光彩夺目的天体之一。一颗明亮的彗星虽然只能让人看上几天、几周或几个月，但却很值得一看。比如，1997年8月的海尔—波普彗星和它那明亮的尘尾，即使不用望远镜，也能看得一清二楚。

你可以把**彗星(comet)**想象成一个“脏雪球”，

◀ 图中木星上的黑块，是由“休梅克—莱维9号”彗星撞击而形成的。



它有地球上的一座山那么大小。**彗星是冰块和尘埃的聚结物，它们的轨道是一个很长、很扁的椭圆**。因为它们的轨道既长又扁，所以彗星中只有很少几个能在地球附近穿过，就是这几个也只是过目即逝。一颗彗星在离太阳相当近时，太阳光的能量会把冰升华成气体，游离出尘埃，这种气体和尘埃形成一个外包层，称为彗发。图 2-28 展示的是内层，或称为彗核。彗星最亮的部分是彗星的头部，它由彗核和彗发构成。

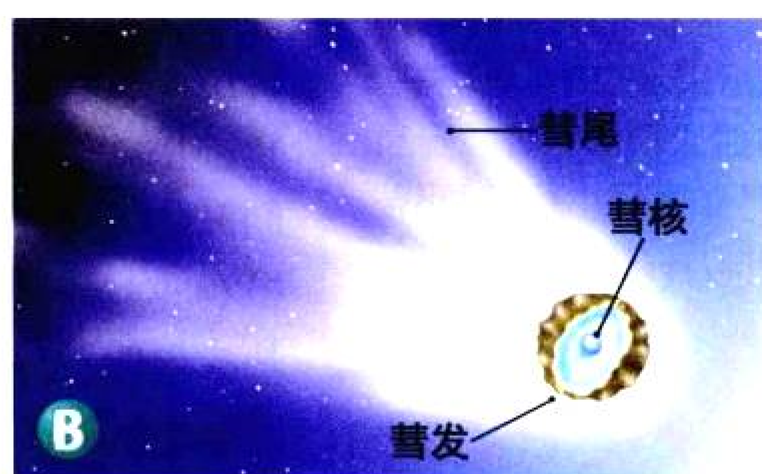


图 2-28 A. 大多数彗星绕太阳公转的轨道是又长又扁的。B. 彗星的主要部分是彗核、彗发和彗尾。

观察 *彗星的轨道是什么形状的？*

要记住日冕可以产生太阳风，太阳风把彗星散发的气体吹离太阳。这些气体和尘埃就形成彗尾，彗尾就像是长发。其实，在希腊语中，彗星的意思就是“留着长发的星星”。

彗尾可以长达数亿千米，伸展开来可以横贯大半个天空。尽管伸展很广，但由于物质非常稀薄，因此彗尾的质量并不大。

1705 年，英国天文学家埃德蒙·哈雷对几百年来人们发现的24颗彗星的轨道进行了计算。他发现有些彗星的轨道是相同的，因此认为它们是同一颗彗星。哈雷计算出这颗彗星大约每 76 年出现一次，并推测它会在 1758 年再次出现。这个推测后来被证实是正确的，于是这颗彗星被命名为“哈雷彗星”。1986 年，哈雷彗星最近一次出现后，欧洲宇航局的“乔托号”宇宙飞船向它飞近到几百千米之内。

想一想 ***哈雷彗星名字是怎么得来的？***

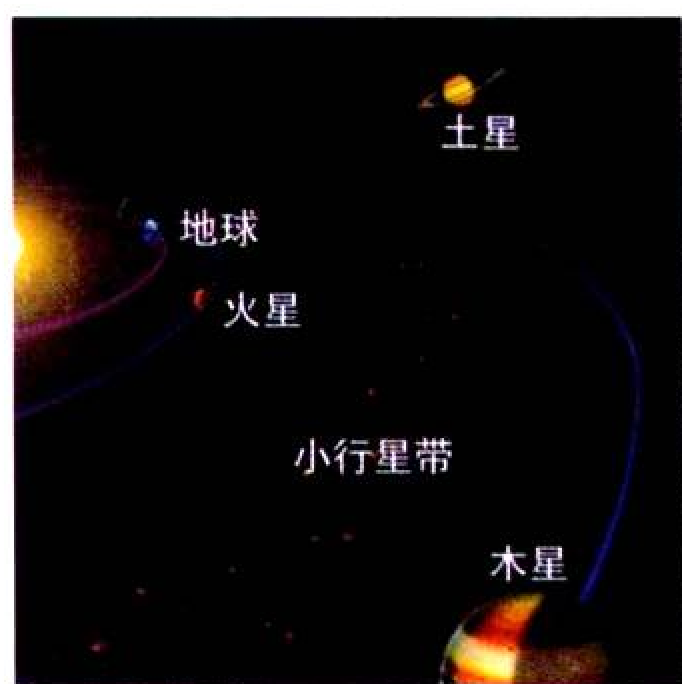




图 2-29　小行星带(左图)位于火星和木星之间，那些小行星大小不一、形状各异，如画家所作的这幅画所示。1997年，美国国家航空航天局的“近地行星探测计划”拍下了小行星“玛蒂尔德”的照片(右图)。

小行星

在1801～1807年期间，天文学家们在火星和木星的轨道间发现了四个小天体，并分别把它们命名为谷神星、智神星、婚神星和灶神星。在此后的80年间，天文学家们又陆续发现了300多个这样的小天体。此类被称为**小行星(asteroid)**的天体由于体积太小，数量太多，还不能算是成形的行星。**绝大多数小行星是在火星和木星之间的许多轨道上，绕太阳公转的。**太阳系中的这一区域，如图2-29所示，就是人们所熟知的**小行星带(asteroid belt)**。

天文学家们已发现了总数超过10 000颗的小行星，并且每月都有新成员的发现。谷神星、智神星、婚神星和灶神星便是那十几颗直径超过250千米的小行星中的四颗。



与地球科学的综合

有些小行星距离地球轨道非常近。有朝一日，这些近地小行星之中的一颗，有可能会撞上地球。大约6 500万年前，一颗体积巨大的小行星与地球相撞，引起大爆炸，致使在墨西哥的尤卡坦半岛附近，形成了一个直径为200千米的巨大陨石坑。这次爆炸几乎将数以万亿吨的尘埃带到空中，遮天蔽日达数月之久。爆炸的余烬引起熊熊烈火，烧毁了地球上大量的森林和草地。科学家们推测，这次爆炸的结果造成了大量物种的灭绝，其中包括恐龙。

流星

假如在一个晴朗之夜，你站在郊外，抬头看天。忽然，你看到一道闪光划过天际，不一会儿，又是一道。在大约一个小时的时间里，每分钟至少你能看到一次，你看到的便是流星雨。流星雨总是定期出现，一年中有好几次。





图 2-30 A.亚利桑那州的陨星坑是世界上最著名的陨星坑。大约在4万年前，一颗流星体撞击了地球后就形成了这个陨星坑。B.流星体在穿过地球大气层中燃烧时，如图中那颗流星一样，产生了道道流光。

即使没有流星雨，只要你远离城市灯火，又赶上少云的天气，你也能经常看到流星。一般来说，大约每隔十分钟，就会有一颗流星划过头顶。

流星体 (meteoroid) 是太空中一种岩石或尘埃的聚积物，**通常来自彗星和小行星**。彗星解体后，形成一种云状的尘埃，仍然在太阳系中运行。当地球穿过其中一朵尘云时，一些尘粒会进入大气层。

当一颗流星体进入大气层时，摩擦产生的热量使其燃烧，就形成了你见到的天空中的那一道闪光——**流星 (meteor)**。如果流星体太大，它就不会完全烧尽。那些穿过大气层而撞击到地面上的流星体就被称为**陨星 (meteorite)**。月球以及太阳系中其他天体表面上的那些环形山就是由流星体撞击造成的。

地球上到处都有陨星，它们大多数看起来不过是一些石头，所以没有人会注意它们。一些陨星几乎完全由铁和镍组成，因此它们比通常的同体积的石头要重得多，这就比较容易将它们同地球上的岩石区别开来。



第五节复习

1. 彗星由什么构成？
2. 大部分小行星是在哪里发现的？
3. 流星体的主要来源是什么？
4. 流星和陨星有什么区别？
5. **理性思维　预测**　如果有一颗和6500万年前撞击地球的小行星一样大小的天体，今天撞到了地球，会发生什么情况？请描绘一下这种情景。

身边的科学

流星雨通常会在一些特殊的日子里定期发生。例如，英仙座流星雨在每年的8月12日发生。查阅报纸或历书，寻找关于下一次流星雨的资料。在家长的陪同下去野外观看流星雨，并向他们解释流星雨是如何形成的。

SECTION 6 地球以外还有生命吗

探索 活动

酵母是有生命的，还是无生命的

1. 打开袋子，将酵母倒入一个碗中。
2. 仔细观察酵母，然后把你的观测一一列出来。
3. 倒入半碗温水(约为 20℃)，加入一匙糖，用匙搅拌，然后等上 5 分钟。
4. 现在再观察一下酵母，并把观察到的现象一一记下。

思考

预测 哪些观察结果表明酵母是有生命的？你怎样分辨某些东西是否有生命？

阅读指南

- 生物要在地球上生存，需要哪些条件？
- 为什么科学家们认为火星和木卫二是寻找生命痕迹的两个理想场所？

阅读提示 在阅读时，你要找出能支持如下说法的证据：生命也可能存在于太阳系的其他地方。

南极洲的绝大部分区域都被冰雪覆盖，因此不用期盼在一望无垠的白色区域之上有岩石。但令人惊讶是，人们在一些区域的表面发现了岩石。在科学家们考察岩石时，他们发现这些岩石其实都是陨石，其中一些陨石来自火星。天文学家认为，撞击火星表面的流星体，势必会将炸碎的火星石块抛向太空，那些碎石最终进入地球的大气层，坠落在南极洲上。

近来，有一组科学家声称，在南极洲找到的来自火星的陨石中，发现了有细微形状的东西，这些东西看上去像化石——一种保存在岩石里的古代生命的遗骸。如果这些细微形状物确实是化石，那么它们便是一种迹象，即曾经在火星上存在过像细菌一样的生命。地球以外的生命称为**地球外生命 (extraterrestrial life)**。

“金锁链条件”

如果你做过“探索”活动，你就知道要分辨一些东西是否具有生命是非常困难的。但所有生活在地球上的生物有许多相同的特征：生物是由一个或多个细胞组成的，它们摄取能量用以生存和生长，不断繁殖着同类新生物，同时排泄代谢物。



图 2-31 厄休拉·马文博士(俯卧者)在研究南极洲陨石群中的一块陨石。

举个例子，一个酵母细胞是一个生物。每个酵母生物体都含有一个细胞。酵母细胞摄取糖分作为能量，用以繁殖新一代酵母细胞，并且排出代谢物二氧化碳。这样，一个酵母细胞完成了作为一种生物的一切所需的条件。

没有人知道在地球以外的其他地方是否还有生命存在，科学家们经常谈论着一些“我们已知生命”所需的条件。**在地球上，有适合生物生存所需的液态水、适宜的温度和大气层，**而其他星球则不具备这种被科学家称为“金锁链条件”的有利条件。也就是说，温度不太高，也不太低，而是恰到好处。如果地球变得再热一点，水就会变成气体——水蒸气；如果地球变得再冷一点，水又成了固态冰。在地球上，水以气态、液态、固态三种形态存在着。

这些是生命的必要条件吗？或者它们仅仅是地球生物碰巧需要的条件？而对于科学家来说，他们只有一个生命的样本可供研究，就是那些地球上的生命。除非科学家在其他地方找到生命，否则无法回答这些问题。

增进技能

交流 活动

你在给居住在另一星球上的一个朋友写信。你的朋友从来都没到过地球，也不知道地球是怎样的。在信中，你要解释为什么地球对于生物来说是一个理想的生活场所。

想一想 ***一切生物都有哪些特征？***

地球上的生命

近几年来，人们在深海里有了许多惊人的发现。在阳光从未穿透过的深海中，深海潜水艇发现了不少巨型管状软体虫和其他一些动物，它们都生活在漆黑的水压很高的环境之中。在那里，还发现了一些不同于植物、动物或细菌的单细胞生命形式。这些新发现的生命形式所获得的能量不是来自太阳光，而是来自化学物质。另一些科学家，已经在洞穴、岩石深层中发现了微小的生命形式。还有一些科学家已发现了生活在炽热的温泉中的生物，而在这种热水中，以前一直被认为是无法维持生命的。

生物能生存的条件范围要远比科学家们以前想象的大得多。也许生命形式的存在，并不需要“金锁链条件”！



图2-32 这些微生物菌落是在墨西哥很深的洞穴里发现的。

推论 *像这种对不寻常生物的研究，对科学家们预测地球外生命可能的形式会起到什么帮助？*

火星上有生命吗

我们前面提到，火星是一个最像地球的行星。所以，火星就成了寻找类似地球上生物的最佳场所。

“海盗号”的使命 1970年，一艘宇宙飞船在火星表面发现了一些区域，上面有纵横交错的一条条河床。如图2-33，这些形状似乎可以肯定是由于水的冲刷形成的。人们都知道生命需要水，**因此科学家们作出了一种假设，即火星上也许曾经有过生命得以生存所必需的条件**。

两艘“海盗号”宇宙飞船于1976年抵达火星。每艘飞船上都有一个登陆器登陆火星表面，其余一部分留在轨道上，对火星的大部分表面区域进行拍摄。每一个“海盗号”登陆器上还分别携带了一个精巧的生物实验室，用以寻找各种生命形式。

为了寻找生命的迹象，登陆器上的生物实验室仪器对火星上的空气和土壤进行了测试。每个实验室的设计都是为了寻找在火星上是否也存在着许多同地球上一样的生物，它们也吸入氧气，排出二氧化碳。但是所有的测试都表明，火星上没有任何生命存在的迹象。

☑ **想一想** ***有什么证据说明火星上曾流淌过水？***

来自火星的陨石 1996年的一份关于火星陨石可能蕴含化石的报告，大大增加了人们对火星生命的兴趣。科学家们的这一份报告引发了一场大的争论：陨石中的管状物体到底是什么？很多科学家认为，仅仅凭陨石中那一些微小的管状物并不能证明火星上曾有生命存在。它们很可能只是在火星的自然演变过程中所出现的一些硬化粘土块，或者可能是陨石落到地球之后才进入其缝隙的雪块。由于这些管状物深深嵌在岩石中，就不可能来自地球吗？作为生命形式的遗骸，它们实在太小了，因为



图2-33 这些火星表面的形态说明了火星上可能曾经流动着液态水。
运用概念 *为什么这些证据能说明火星上可能曾经有生命的存在？*

它们只有我们所知的任何一种生命形式体积的百分之一的大小。

要回答这些问题最有效的方法就是对火星发射更多的探测器。未来对火星探测的使命应该是采集更多的岩石和土壤样本带回地球，以便进行更详细的研究。至今，科学家还没有掌握火星上存在生命的证据，但解开这个秘密的希望正在日益增加。

木卫二上有生命吗

很多科学家认为木星卫星之一的木卫二可能具备生命演化的条件。“旅行者号”和“伽利略号”两个探测器发回的照片表明，木卫二有一个很光滑的冰雪硬壳，上面有许多巨大的裂缝。

从“伽利略号”的近距离观察中发现，木卫二的冰层曾破裂并重新生成，其结果形成了房子般大小的边缘不整齐的冰块，而这种同样形状的冰块在地球北冰洋上的冰层中也有存在。那么这是否意味着，在木卫二的冰层下也有液态水的海洋呢？而来自木卫二内部的热量，完全有可能使这些水以液态存在。**如果木卫二真的有液态水，那么在那里就可能有生命的存在。**

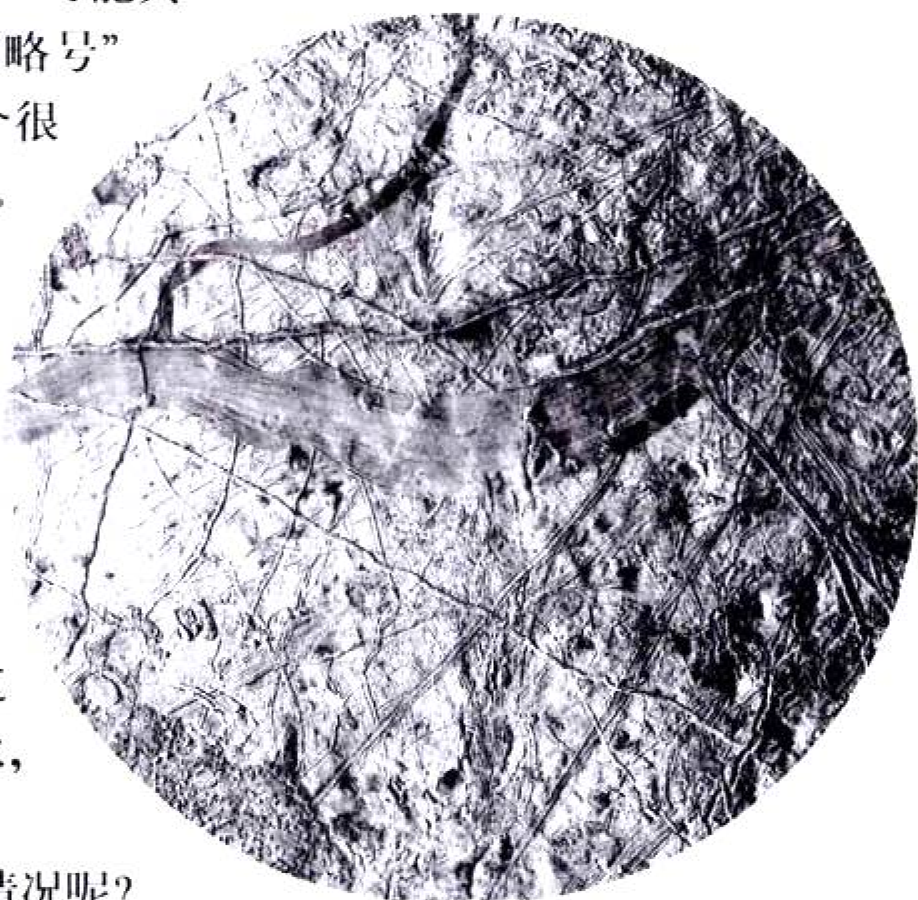


图2-34 木卫二的表面被一层冰雪覆盖着，就像地球的北冰洋一样。在冰层下可能有液态水。

科学家怎样才能研究木卫二冰层下的情况呢？相关的研究已经进行了许多年，但人们也许不得不等到新一代的太空探测器，来寻找木卫二上的液态水。



第六节复习

1. 地球上的生命需要什么条件才能生存？
2. 为什么天文学家认为木卫二上可能有生命？
3. “海盗号”怎样在火星上搜索生命存在的证据？
4. **理性思维** **应用概念** 你认为金星上存在着我们已知的生命形式吗？请作解释。

   提示：复习本书第66页。

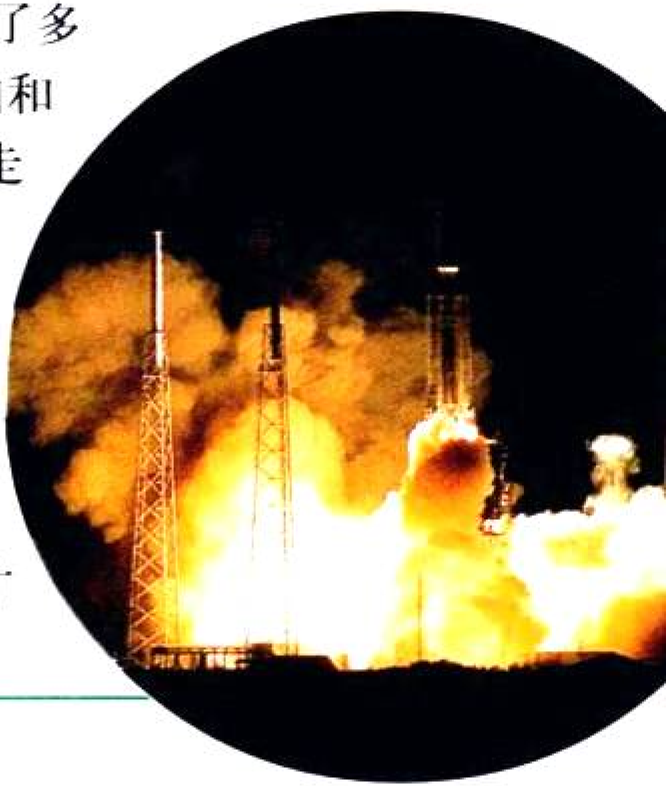
身边的科学

假设科学家们已找到了有智慧的地球外生命，请和你的家人一起写一封信给外星人。记住，他们不懂人类的文字，所以在你的信中只能用符号和图画来表达意思。

太空探索——值得去做吗

假设从地球出发，经历了两个月的旅行后，你的宇宙飞船刚刚在火星上登陆。为了实现这个时刻，你准备了多年。这时出现在你面前的是一个个峡谷，一座座环形山和一片片辽阔的平原。你检查了一下穿着的宇航服，准备走出宇宙飞船，踏上这片红色的遍布岩石的火星表面。

进行这样的旅行可能吗？值得吗？太空飞行对人类社会到底有多大价值？科学家和政治家们早已开始争论这些问题了。太空探索能帮助我们更多地了解宇宙，但是太空探索很危险，费用又高。把人类送到太空要花费数万亿美元，而且还要冒生命危险。我们怎样才能权衡太空探索的支出和收益呢？



争论焦点

人类应该去太空旅行吗 许多美国人认为，尼尔·阿姆斯特朗1969年在月球上迈出的一步是人类历史上的一个重要时刻。而学会怎样使人在太空中生存也导致我们日常生活各方面的改善。消防员更安全的设备、包装冷冻食品更简便的方法和有效的心脏监测器，都是在研究太空项目的过程中问世的。

有替代办法吗 太空探索涉及一个将人送上火星的工程，它也涉及一个离地球较近的地方使用科学仪器所存在着较大局限性的问题，例如使用哈勃太空望远镜。我们可以将诸如“火星探路者号”探测器发射到其他星球去，以替代人类亲自前往。

人类的太空探索值得吗 那些赞成把人类送入太空的科学家说，只有人类才能够收集到某些有用的信息。而使用那些造价更便宜，结构更简单的航天器，也同样可以节约费用。但是没有人知道，在太空研究是否真的能比在地球上研究更快地得到信息。很多对太空研究持批评态度的人认为，其他许多需要做的事情则更为重要。“每当你向空间站多投一分钱，对孩子的教育费用和对医学研究的费用就会少一分钱。”

你的观点

1. 确立问题

用你自己的话来列出太空探索的支出和收益。

2. 分析各种可选择的解决方法

画一个图表，写明三种进行太空探索的方法：把人类送到另一个星球去，只从事以地球为基础的研究，以及另外一种选择。每种方法各有什么利与弊呢？

3. 得出解决方案

假设你是国会议员，你要对一项预算进行投票表决。有一笔固定的款项可使用，因此你必须决定哪项需求最重要。请列出前10项优先考虑的项目，并对你的决定作出解释。

学习指导

SECTION 1 观测太阳系

知识要点

- 托勒密认为地球是所有行星系统的中心。
- 哥白尼认为太阳是所有行星系统的中心，伽利略的观测支持了哥白尼的理论。
- 开普勒发现行星的运行轨迹是椭圆。
- 牛顿推断出两个因素：惯性和引力的结合使得行星环绕太阳轨道运行。

关键术语

地心说　日心说　椭圆　惯性

SECTION 2 太阳

知识要点

- 太阳的能量来自核聚变。
- 太阳的大气层有三层：光球层、色球层和日冕。
- 太阳表面和它上方的特征包括了黑子、日珥和耀斑。

关键术语

核聚变　日核　光球层
色球层　日冕　太阳风
黑子　日珥　耀斑

SECTION 3 内行星

知识要点

- 4大内行星：水星、金星、地球、火星——它们的体积都较小，都有岩石的表面，他们又被称为类地行星。

关键术语

类地行星　逆向自转　温室效应

SECTION 4 外行星

知识要点

- 4大外行星——木星、土星、天王星、海王星——它们比地球大得多，并且都没有坚实的表面。
- 冥王星属于“矮行星”。它有坚实的表面，但质量要比地球的质量小得多。

关键术语

巨型气态行星

SECTION 5 彗星、小行星和流星

知识要点

- 彗星是冰和尘埃的聚结物，通常有很长很扁的椭圆轨道。
- 大部分小行星是那些在火星和木星轨道间运行的绕太阳公转的天体。
- 流星体通常来自彗星或者小行星。

关键术语

彗星　小行星带　流星
小行星　流星体　陨星

SECTION 6 地球以外还有生命吗

与生命科学的综合

知识要点

- 地球具有可供生物生存的液态水、适宜的温度变化范围和大气层。
- 我们都知道，生命需要水，因而科学家们假设火星上曾经有符合生命存在的条件。
- 如果在木卫二上有液态水，那儿也可能存在生命。

关键术语　地球外生命



活动

相关网站

www.science-explorer.phschool.com

第2章复习

复习题

选择题

请选出最佳答案。

1. 哥白尼认为太阳系是______。
   - a. 天国的
   - b. 呈椭圆形的
   - c. 以地球为中心的
   - d. 以太阳为中心的
2. 太阳发生核聚变的部分是在______。
   - a. 光球层　　b. 色球层
   - c. 日冕　　d. 内核
3. 其大气主要由二氧化碳构成的行星是______。
   - a. 地球和水星　　b. 金星和水星
   - c. 金星和火星　　d. 水星和火星
4. "大红斑"是______上的巨大风暴。
   - a. 木星　　b. 海王星
   - c. 土星　　d. 冥王星
5. 大部分小行星在______围绕着太阳运行。
   - a. 太阳与水星间
   - b. 地球与火星间
   - c. 火星与木星间
   - d. 海王星与冥王星间

判断题

如果叙述正确，请写"T"；如果错误，写"F"，并修改划线部分。

6. 每个行星的公转轨道都是<u>圆</u>。
7. 太阳黑子是太阳上气体<u>较冷</u>的区域。
8. 金星大气压比地球大气压<u>高</u>。
9. 除了太阳，<u>土星</u>是太阳系中最大的引力源。
10. 我们所知的适合生命存在的条件，有时被称为<u>金锁链条件</u>。

简述题

11. 在轨道研究方面，牛顿对开普勒的研究有何补充？
12. 为什么通常情况下很难看到日冕？
13. 为什么水星只有很薄的一层大气层？
14. 为什么天文学家要将冥王星从九大行星中除名？
15. 为什么彗尾总是逆着太阳的方向拖着？
16. 为什么在另一个行星上发现液态水是十分重要的？
17. 生物是否一定要生活在行星或卫星的表面？在行星或卫星另外的哪些地方，科学家们可以找到生命存在的证据？
18. **科技写作**　假如你是一名宇航员，你的任务是去探索太阳系。写一篇关于你从地球到另一个类地行星和到一个巨型气态行星去的游记。要包括对每一个行星的描绘。

形象思维

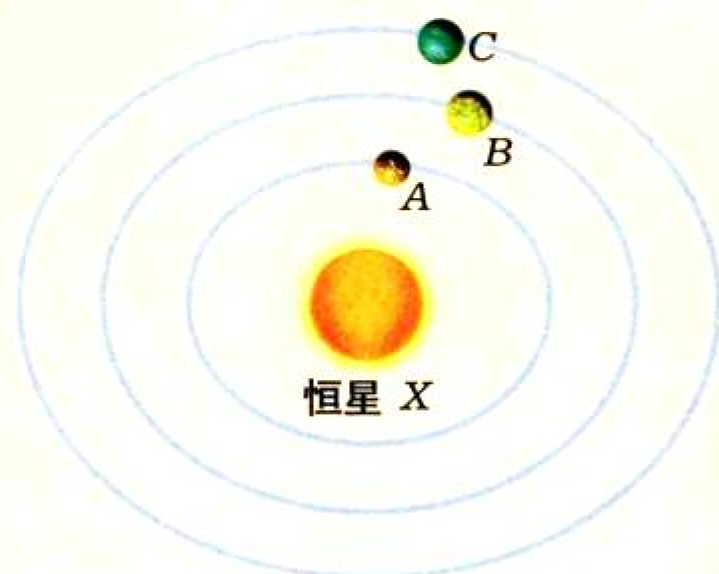
19. **对比表**　请单独用一张纸，画下地心说和日心说作对比的表格，然后把表格填好，再加上一个标题。(若对比表上需设更多项目，可参阅"技能手册"。)

	地心系	日心系
中心天体	地球	a. ?
围绕中心天体运动的天体	b. ?	地球及其他行星
提出者	c. ?	d. ?
支持者	e. ?	伽利略和其他人

运用技能

用一个想象中发现的绕恒星 X 运行的行星系图表，回答20～22题。行星A、B、C的公转周期分别为75地球日、200地球日和300地球日。

20. 分析数据 在这一新的行星系统里，哪一颗行星绕恒星X一周的时间最短？



21. 建立模型 在150天中，每一颗行星绕恒星X运行的距离是多少？画下图表，勾勒出三颗行星的位置以便于寻找。在400天内，每一颗行星又能绕恒星X公转多远？勾勒出它们的位置。

22. 得出结论 行星C是否有可能离行星A的距离比离行星B的距离更近？请参阅自己的图，再作出回答。

理性思维

23. 预测 如果太阳(包括它的引力)突然消失，地球会怎样运动？请对你的答案作出解释。

24. 应用概念 解释为什么金星有大气层比没有大气层更热？

25. 比较 比较流星体、流星及陨星的差异。

学习评估

课题2 总结

成果展示 展出你的太阳系模型，解释怎样才能测量长距离。拿出你的数据表，说明你的计算方法和验证其准确度的方法。用你模型上的距离同教室内外的距离加以比较。

思考与记录 在记录本上，说明一下你对太阳系模型作了些什么变动？你做了些什么以便改进你的模型？怎样才能有效地用电脑或计算机来获得数据？

实践活动

社区 你和你的同学讨论怎样才能做一个永久性的户外太阳系模型。怎样的材料才能经受各种天气状况？你怎样才能得到镇政府或市政府官员们的同意来建造这种模型？

第三章 恒星、星系和宇宙

主要内容

SECTION 1 与物理学的综合 

现代天文学的工具

探索 这些恒星真的是一个星群吗
试一试 确定电台的方位
增进技能 推论
生活实验室 自己制作望远镜

SECTION 2 恒星的特征

探索 你的大拇指是如何移动的
试一试 恒星的亮度
技能实验室 那颗恒星离我们有多远

SECTION 3 恒星的寿命

探索 是什么决定了恒星的寿命
增进技能 预测

课题 3

恒星的故事

1997年的春天，如图所示，不借助任何设备你就能轻松地看到海尔—波普彗星。但天文学家研究的许多天体，在你看来仅仅只有针尖那么点亮光，而且前提是你能用肉眼看到它们。不过，天文学家已经找出许多方法来研究这些“针尖”了。

在这一章里，你将了解天文学家是怎样研究宇宙的，以及他们已经掌握的关于恒星的知识。在你的课题中，你会找到古代人如何编织故事去解释他们所看见的恒星的星象。你还将了解星座的名字如何反映给它们取名的人们的民族文化。

课题目标 为了辨认出主要的星座，就应当知道星座名称后面的故事，而且还应该创作你自己的有关恒星的神话。为完成这一课题，你将：

- 学习至少三个主要星座的星象图。
- 研究一个为星座命名的神话传说。
- 编写一个新的有关恒星的神话。

课题准备 先预习本书第94页，了解什么是星座，然后开始这一课题。和几个同学一起，列出一张你们已知的星座名单，再参阅附录B上的星图。按眼下的季节星图中，选3到4个星座作进一步研究。

检查进度 在学习这一章内容的同时，进行这一课题的研究。为了按时完成课题，请在以下各个阶段检查进度。

第一节复习 第100页：确定一个星座方位后再对它进行研究。

第三节复习 第116页：在你所选的星座中，另画一张恒星模式图，然后给它取一个名字。

第五节复习 第124页：给你的星座编写一个神话故事。

总结 在这一章的结尾处(第127页)，展示你的星座，并附上解说其名称来由的神话故事。

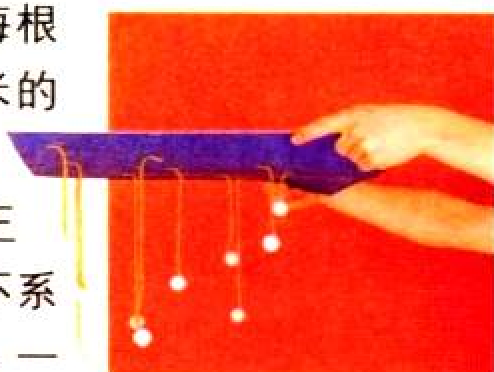
这些建在冒纳凯阿山(夏威夷岛上的一座山)顶上的望远镜，是用来研究遥远的群星和银河的。

SECTION 1 现代天文学的工具

探索 活动

这些恒星真的是一个星群的吗

1. 剪10段长度5厘米～25厘米不等的线条，然后在每根线的一端系上直径1厘米的泡沫小球。
2. 再找一块边长50厘米的正方形纸板，把这些线条不系球的那一端，按不同位置，一一固定在纸板上。
3. 把纸板翻过来，让小球下悬。叫你的同伴把纸板放平，然后你从一侧观察这些小球。



4. 假设这些小球就是一个星座里的恒星。你闭上一只眼睛，把这些小球构成的形状用一张草图画下来。

思考

观察 你能区别哪些球远一点，哪些球近一点吗？你认为你能分辨这个星座里的任何两颗星之间的距离吗？

阅读指南

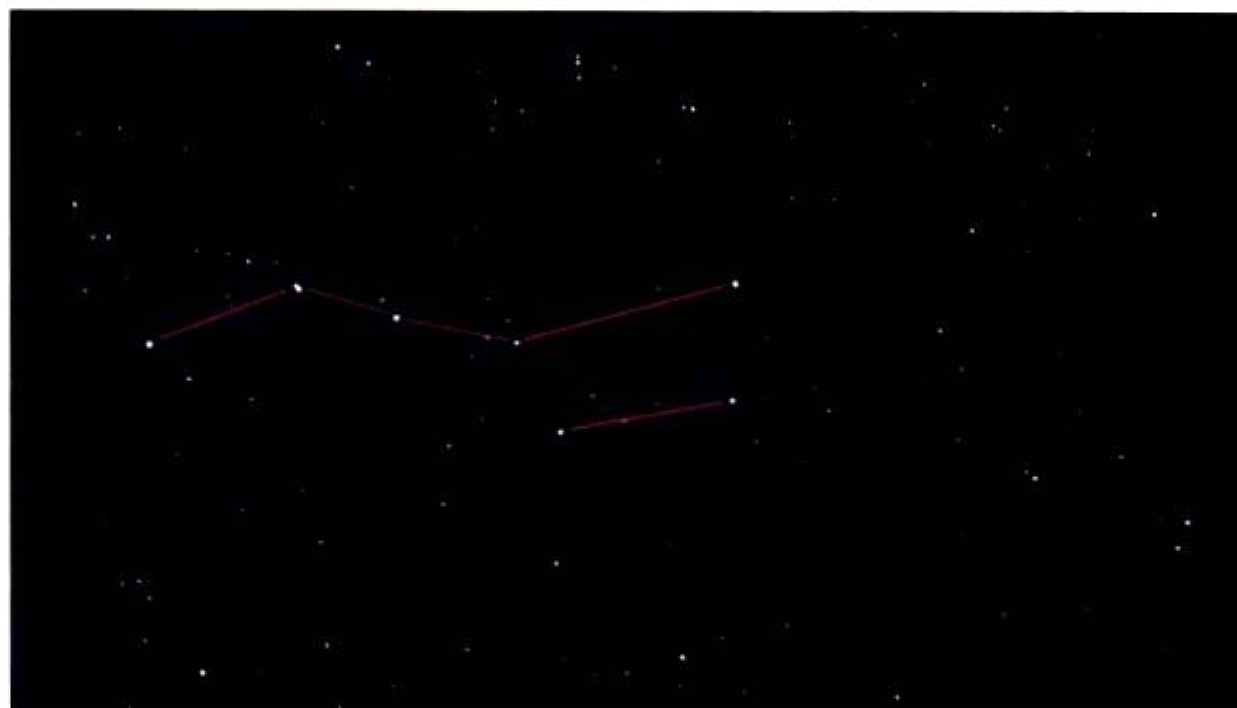
- 什么是电磁波谱？
- 望远镜的主要作用是什么？
- 天文学家为什么要使用光谱图？

阅读提示 在阅读之前，先用“怎样、为什么、什么”等词语重写这一节主要标题。

在美国南北战争以前，成千上万的非洲裔美国人(黑奴)逃往北方，寻求自由。在夜间悄悄行走时，他们往往通过观察星星来辨认方向，他们互相传达着：“朝着像饮水瓢的那个星座走。”——这是指向北极星的星座的形状。如今，大多数美国人都称它为大熊星座。

天空中群星的形状叫做**星座**(**constellation**)。尽管在同一星座里的星星离地球远近各不相同，但它们看起来彼此的距离都很近。例如，大熊星座北斗柄端的那颗星到地球的距离，要比这个座里其他大部分恒星到地球的距离远上2倍。星座其实是由那些恰巧在天空中处于同一方向的群星构成的。

北斗星 ▶



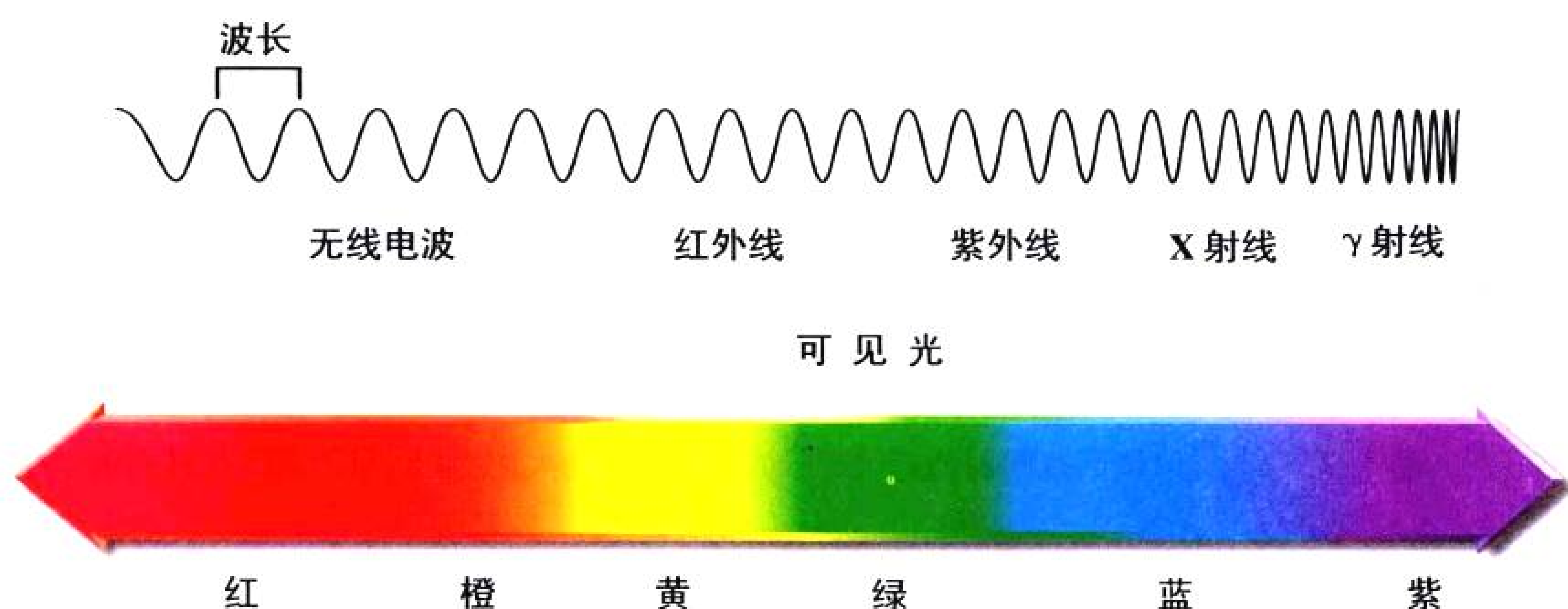


图3-1 电磁波谱覆盖了从长波的无线电波，到短波的 γ 射线。

图解 红外线的波长比紫外线的波长要长呢，还是要短？

电磁辐射

星座中的恒星看起来只是一些发光的小亮点，但实际上，它们就像太阳一样是由炽热气体组成的巨大球体。用望远镜对这些从恒星上发射出来的光进行分析研究之后，天文学家已经了解了大量恒星以及其他一些天体的情况。

电磁辐射的类型 科学家们把那些能用肉眼看见的光称为**可见光(visible light)**。光是一种**电磁辐射(electromagnetic radiation)**，或者说是以波的形式向空间直接传播的一种能量。

可见光只是电磁辐射的一种类型，还有很多物体也会发出电磁辐射，但不是可见光。例如，电热器中发热的线圈就会发出你感到暖暖的红外线，还有把信号传给收音机和电视机的无线电波等。

电磁波谱 就像你在图 3-1 中看到的那样，两个波峰之间的距离叫**波长(wave length)**。可见光的波长非常短，短于1米的百万分之一。有些电磁波的波长更短，但另外一些波的波长则要长些，甚至可达几米长。

如果你让白光通过棱镜折射，白光就色散成一套有着不同波长的各色光，这就是**光谱(spectrum)**。可见光的光谱是由红、橙、黄、绿、蓝、紫等颜色组成的。**电磁波谱则包括无线电波、红外线、可见光、紫外线、X 射线和 γ 射线等不同种类的电磁波，**如图 3-1 所示。

想一想 ***说出两种你在日常生活中经常使用或碰到的电磁波的例子。***

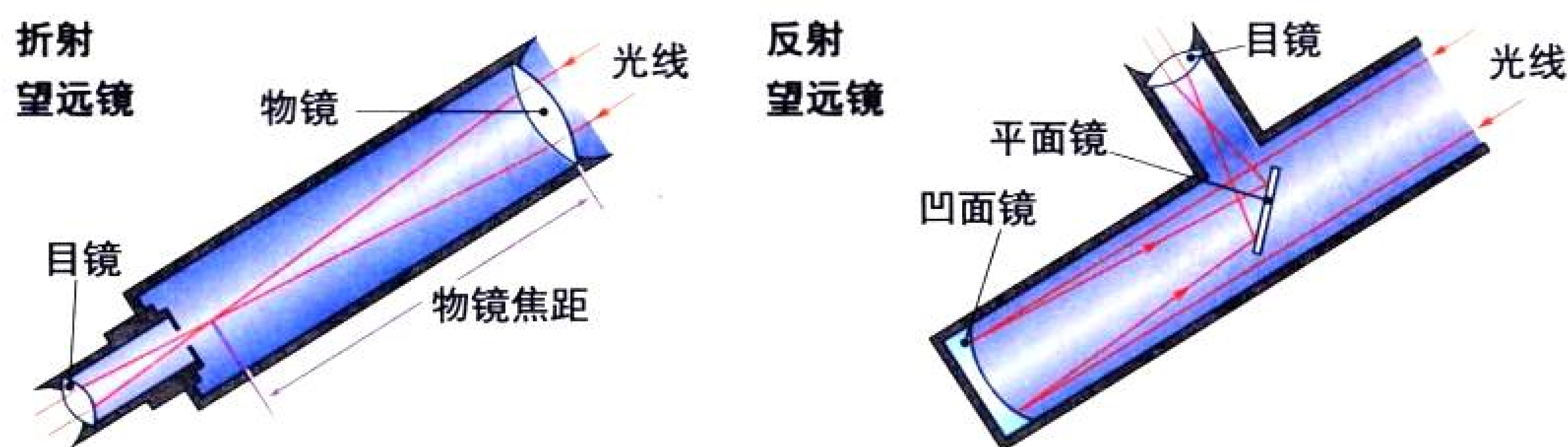


图 3-2 A. 折射望远镜利用凸透镜聚集光线 B. 反射望远镜利用凹面镜代替物镜

试 一 试

确定电台的方位



可以用一把雨伞来聚焦无线电波。

1. 在伞内表面排列上铝箔片。
2. 打开小收音机，调到某个电台频道。
3. 沿着伞柄上下移动收音机。找到该电台的声音最清晰的位置。从铝箔上反射出的无线电波就聚焦在这点上了。把收音机绑在雨伞柄上。



4. 从不同角度来转动雨伞。在哪个角度该电台最清楚？

推论 你认为该电台位于哪个方向呢？请解释。

各种望远镜

太空中的天体会发出不同种类的电磁辐射。很多望远镜是用可见光来产生镜像的。但是现代天文学主要建立在探测其他类型的电磁辐射的基础之上。**绝大多数的望远镜是接收和聚焦不同种类的电磁辐射，包括可见光。**

光学望远镜 1609 年，伽利略用折射望远镜来观测太空中的天体。**折射望远镜 (refracting telescope)** 采用凸透镜来收集大量的光线，然后把它们聚集到一个小区域上。**凸透镜 (convex len)** 是一片中间厚、边缘薄的透明镜片。

伽利略发明的望远镜，就像图3-2的折射望远镜，采用目镜和物镜两块凸透镜。不同透镜有不同的焦距。物镜越大，可接收的光就越多，这样可以使天文学家更容易看到光线微弱的天体。

1688年，牛顿制造出第一个**反射望远镜(reflecting telescope)**，它是用凹面镜来代替物镜的。和折射望远镜中的透镜一样，反射望远镜中的凹面镜把大量的光聚集到一个小区域上。凹面镜越大，可接收的光就越多。目前那些较大的光学望远镜都是反射望远镜。

射电望远镜 用来探测来自天体的无线电波的装置叫做**射电望远镜 (radio telescope)**。绝大多数的射电望远镜都装有曲线形的反射面——最大的反射面直径可达305米。这些反射面聚集无线电波的方式和反射望远镜中凹面镜接收可见光的方式是一样的。射电望远镜的镜反射能把太空中微弱的无线电波聚集到像收音机上的那种小的天线上。就如光学望远镜一样，射电望远镜越大，可接收的无线电波也就越多。



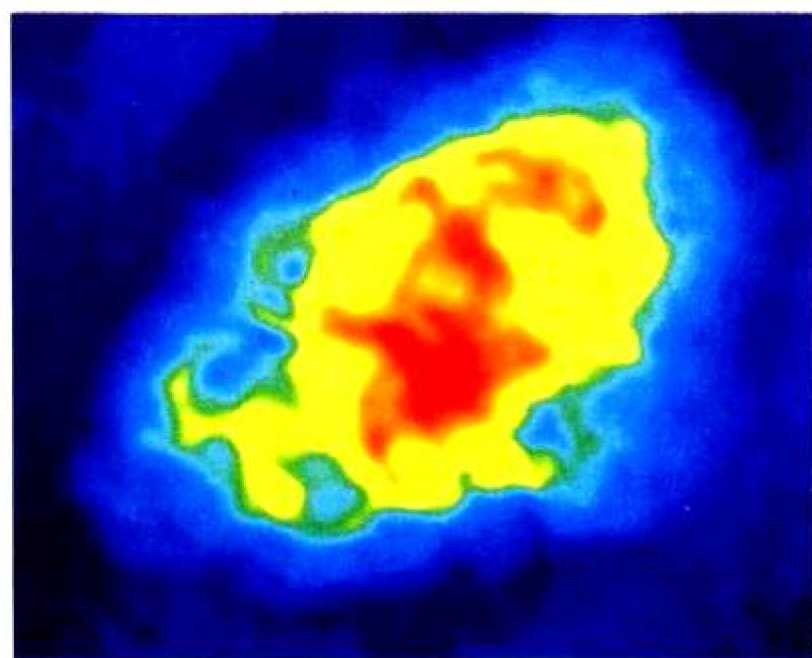


图 3-3 蟹状星云是一颗恒星大约在 1 000 年前爆炸后的遗留物。上图是用可见光拍摄的，下图是用无线电波观测得到的结果。

其他种类的望远镜 有些望远镜用来探测红外线，红外线的波长比可见光波长要长些。还有一些望远镜用来探测短波，像紫外线、X 射线和 γ 射线等。

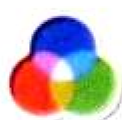
想一想 光学望远镜有哪两种？

装有一个或多个望远镜的建筑物是**天文台(observatory)**。大多数大天文台总是坐落在山顶上。天文学家为什么把大型的光学望远镜安置在山顶上呢？因为地球的大气层使太空中的物体看起来比较模糊，而在山顶上，天空比较晴朗，也没有被城市灯光映照的干扰。

地球上最佳的天文台位置可能要数冒纳凯阿山的山顶了，它原先是夏威夷岛上的一座古代的火山。冒纳凯阿山很高，海拔达 4 200 米，相当于已穿过地球大气层物质 40% 的高度上。晚上那儿的天空漆黑一片，大多晴朗无云。

为了在地球上收集通过光学望远镜得到的资料，天文学家们必须通宵不眠。然而，射电望远镜一天可以工作 24 小时，而且也不必建在山顶上。

卫星



大部分紫外线、X射线和γ射线会被地球的大气层所阻挡。为了探究这些电磁辐射，天文学家们把望远镜放置在卫星上。

哈勃太空望远镜是一台带有直径2.4米凹面镜的反射望远镜，由于它被放置在大气层之上，它在可见光波段拍摄的图像要比在地球上的望远镜拍摄的最佳图像还要清晰7倍。哈勃太空望远镜还能聚焦紫外线和红外线。

科学与历史

现代望远镜的发展

在19世纪，天文学家们已经制造了一些比较大的望远镜，它们能聚焦更多的光和其他种类的射线。现代天文学家们所用的仪器在100年前是难以想象的。

1897

叶凯士天文台望远镜

美国威斯康辛州的叶凯士天文台，有一台直径为1米的望远镜，它是迄今所建的折射望远镜中最大的一台。由于它的主镜非常大，它可以比其他折射望远镜聚焦到更多的光。





1900　　1920　　1940

1931

射电天文学的开始

卡尔·央斯基，一位美国工程师，一直在试图寻找干扰无线电通信的天电源。他用了一根很大的天线，发现天电来自宇宙中那些会发出无线电波的天体。央斯基的偶然发现，导致了射电天文学的诞生。



光谱仪

现在大多数望远镜都装有**光谱仪(spectrograph)**，光谱仪把物体发出的光分解成各种颜色，并且拍摄下由此而产生的光谱。**天文学家们通过光谱仪取得了有关恒星的各种信息，其中包括它们的各种化学成分和温度。**

化学成分 恒星大气层中的化学元素吸收恒星发出的光线，每一种元素吸收不同波长的光，而每一波长的吸收都会以一条暗线显现在光谱上。就像每个人都只有一组独一无二的指纹一样，每种元素也只有一套独一无二的光谱线。

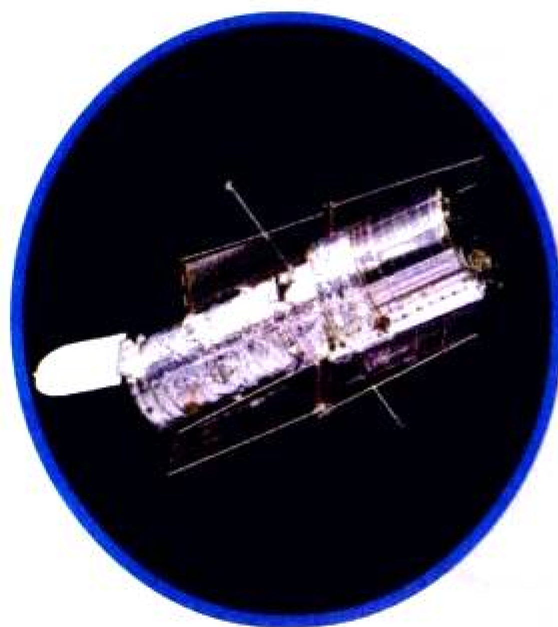
阅读 DIY

对这些望远镜中的一个望远镜，或者对另外大型望远镜作个研究，然后编写一份宣传手册，介绍该望远镜的特征、制造的年代和地点，以及它作什么研究之用。

1963

阿雷西博天文台射电望远镜

在波多黎各的这台射电望远镜，是建造在天然凹地上的，它的直径有305米，要比第二大射电望远镜还要大上3倍多。



1990

哈勃太空望远镜

哈勃太空望远镜比起其他望远镜能更清楚地观测到太空中的许多天体。宇航员们已经多次造访了这架望远镜，维修和更换仪器。

1960 1980 2000



1980

超大射电望远镜阵

这座超大射电望远镜阵其实是由一套27架射电望远镜组成的，它设在美国的新墨西哥州。这些望远镜彼此既可以拉近，又可以分开，但它们是连在一起的，因此用起来就像一台直径达25千米的“巨人”望远镜。

1996

凯克姐妹望远镜

两台最大的反射望远镜，当数在夏威夷的凯克姐妹望远镜了。它的每台望远镜都由36块小面镜相连组成，构成了一个直径为10米的凹面镜。它由几台计算机来调节面镜的形状，以得到清晰的图像。

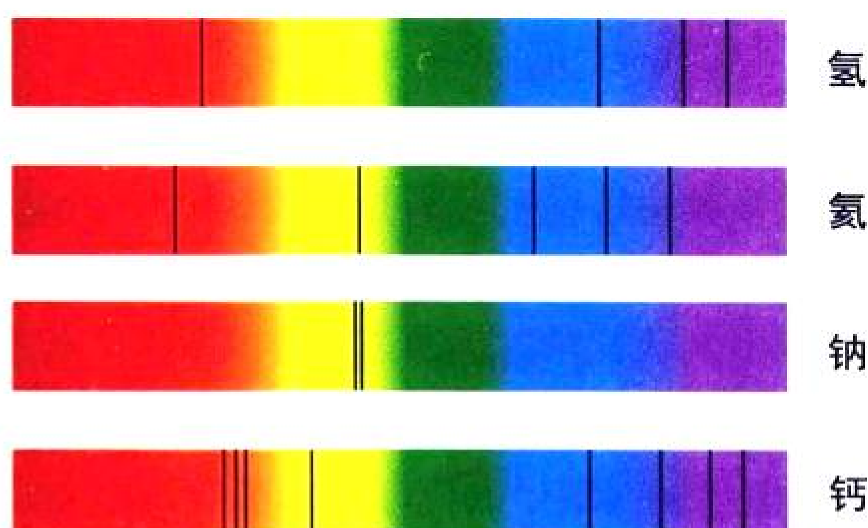


图3-4 天文学家能利用线状光谱来确定恒星的温度。

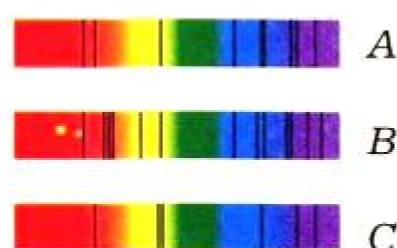
如图3-4所示，只要将一个恒星的光谱同已知的不同元素的光谱进行比较，天文学家就能推断出该恒星中存在着哪些元素。

温度 绝大多数恒星都有着和太阳相同的化学成分：73%的氢，25%的氦，以及2%的其他元素。这些元素中每种元素吸收能量的多少，取决于该恒星的温度。由于这个原因，不同温度的恒星的线状谱也就不同。通过把一个恒星的光谱同已知的不同温度的元素光谱加以比较，天文学家就可以推断出该恒星到底有多热。以氢为例，当达到约10000℃时，它就会产生很强的光谱线。如果天文学家没有在光谱上看到一条很强的氢的光谱线，也并不意味着这颗恒星中没有氢元素。它只说明恒星的温度要么远远高于10000℃，要么远远低于10000℃。

增进技能

推断 活动

以下光谱线来自3颗不同的恒星，每一颗恒星光谱都由图3-4中线状谱中的元素构成。在恒星 *A* 中，哪个元素的谱线最强？恒星 *B* 中又是哪个？恒星 *C* 呢？



第一节复习

1. 从最长的波长到最短的波长，电磁波有几种主要类型？
2. 大多数望远镜是按什么需要来设计的？
3. 天文学家从恒星光谱中可分析出什么？
4. 太空中星座里的恒星彼此关系又是怎样的？
5. **理性思维** **应用概念** 为什么哈勃太空望远镜拍摄的图像，比地球上的望远镜拍摄的清晰？

课题 3

检查进度

对照附录B中的星图，给夜空中的星座定位。将你能定位的星座勾勒下来，并将它与你同学所见的加以比较。选择一个星座，探究它的名字由来的神话和传说，尽可能多找一些关于这个星座的故事，并把它们记录下来。

提示：记住，你可能会倒着看星座的，而光线也会影响到你所能看到的恒星的数量。

动手做

自己制作望远镜

生活实验室

在这个实验里，你会学到如何制作和使用简单的折射望远镜。

问题

如何制作望远镜？

技能

建立模型、观察、得出结论

材料

两个直径略有差别的擦手纸内芯硬筒

一个塑料物镜（直径43毫米，焦距为400毫米）

一个塑料目镜（直径17.5毫米，焦距为25毫米）

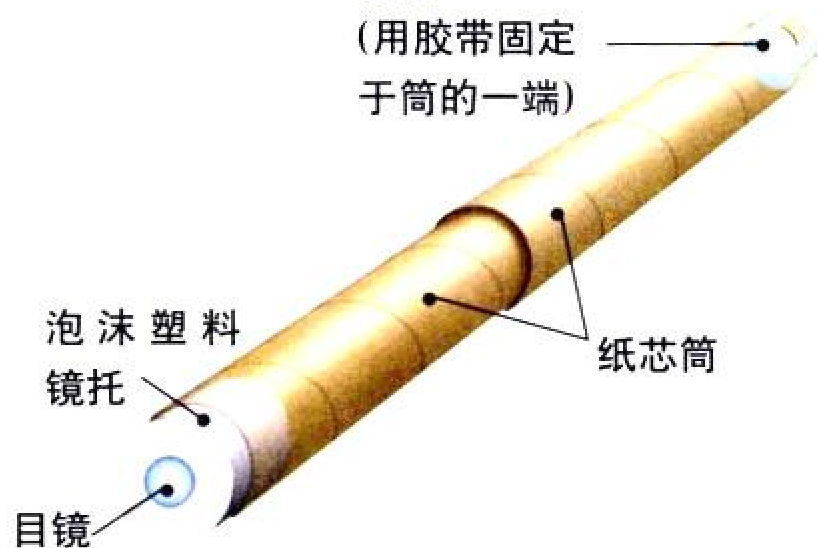
一只目镜的泡沫塑料镜托

一筒透明胶带

一根米尺

步骤

1. 将一个纸芯筒插入另一个纸芯筒之中，两个筒可以移动调节，但不会滑脱。



2. 将大物镜平放在纸芯筒的外部一端，用胶带将物镜固定在此处，但胶带尽量不要挡着物镜。
3. 泡沫塑料镜托的中央开一个洞口，将小目镜插入洞口。
4. 将目镜镜托放入与物镜反方向的望远镜尾部的内筒中。
5. 将米尺固定在墙上，从5米外通过目镜看米尺。调节望远镜纸芯筒的伸缩，以便清晰地读出米尺上的数字。
6. 用望远镜看教室里或窗外远近不同的其他物体。

   提醒： 不要看太阳，否则会伤了眼睛。

分析与结论

1. 为什么要用两个纸芯筒？
2. 先看一个近距物体，然后再看一个远距物体时，这时你需要把两个镜筒伸展还是收缩？
3. 将这个望远镜和天文学家使用的望远镜相比，有什么不同？
4. **运用** 如何改进你的那架望远镜的设计？使用不同的镜头和镜筒有什么不同的效果？

进一步的探索

上弦月几天后的一个夜晚，同家长外出去观测月球。将望远镜对准月球，把你所看到的月面特征画在一个圆圈上。标出月球上的月海和高地。

光污染

假设你在漆黑的电影院里看电影，突然灯亮了。你虽然仍能看见电影画面，但是它看上去很暗淡、模糊。同样的，假如你住在大都市里，或住在郊区，你也无法看到很多星星，因为街上的路灯和广告牌的光干扰了大部分的星光。人为的光使我们难以看清夜空，而这就是家喻户晓的“光污染”。



天文学家把现代天文台建在远离城市和户外光照的地方，但光污染对老式天文台和照片中这样的业余天文爱好者来说，仍然是个问题。如果光污染愈来愈严重，你还能欣赏那夜空中闪烁的群星、宽广的银河、流星雨或偶尔出现的彗星吗？

议题

户外光有多重要 人造光是当今社会的优越性之一。街灯使驾驶更安全，交通事故减少。有了夜灯，商店能开得很晚。另外，灯光使人们在家里或在街上都会有一种安全感。

我们能做什么 街灯是光污染的最大污染源，不同的街灯对光污染的作用不同。汞蒸气灯、高压钠灯和低压钠灯这三类街灯中，低压钠灯对天文学家的观测影响最小，因为它发光的范围很小。一个简单的滤光器就可以把低压钠灯的光从望远镜中清除掉。另外，各种街灯都可以加上灯罩，这样，这些光就不能直射天空了。这些光还可以只朝那些需要的地方照。

减少光污染可以减少开支 汞蒸气灯是街灯中最常见的一种，而高压钠灯和低压钠灯都是节能灯。

改造街灯来减少光污染，开始时会花费许多钱。但是，我们通过减少多余的灯，以及使用灯罩来减少能耗，这样就可以把钱省下来了。

由你来定

1. 确立问题

用你自己的话来解释一下光污染问题。

2. 分析优劣

列出可行方案。每一个方案都需要哪些步骤？请分别列出每个方案各自的优点与缺点。

3. 找出方案

调查你所在的街道或城镇有哪几类街灯。这些灯都有灯罩吗？写封信给你所在的市政府，就你所在城镇的光污染提出你的解决方案。

SECTION 2

恒星的特征

探索 活动



你的大拇指是如何移动的

1. 在离墙至少一手臂远的地方面壁而立，伸出你的手臂，翘起拇指，其余四指呈握拳状。
2. 闭上右眼，用左眼看你的大拇指。用你的大拇指上端瞄准墙上某物，使左眼、大拇指尖、该物三点成一线。
3. 然后闭上左眼，张开右眼，你的大拇指是怎样沿着墙壁移动的？
4. 把大拇指移近眼前一半距离，然后再重复上面步骤2～3。

思考

观察 与第3步相比，在第4步中，你的大拇指是怎样移动的？这些观测结果与你的大拇指离眼睛的距离有怎样的关系？你如何用这一方法来估测距离？

假如你能以光速飞向恒星，那么从地球到太阳只需8分钟，在这一长途旅行中，这个距离并不算远。但是接下来去第二个邻近的恒星——半人马座比邻星，就要远多了，大约要耗时4.2年。

大多数恒星比半人马座比邻星要远得多。太阳和半人马座比邻星只是构成银河系的其中两颗恒星而已。银河系是一个庞大的铁饼状结构，称为**星系(galaxy)**，拥有1千亿颗以上的恒星。即使以光速也要化25000年的时间飞过约2.5×10^{17}千米才能达到我们星系的中心。假如离开银河系以后，仍以光速运行，再过200万年，我们才能到达另一个星系——仙女座星系。

阅读指南

- 天文学家是如何测量两个相邻的恒星间的距离的？
- 恒星是如何分类的？

阅读提示 在阅读时，把不同恒星的特征列成一张表，并给每一特征写一句描述性的话。

在茫茫**宇宙(universe)**中，存在着数以几十亿计的星系，天文学家把所有的空间及在其中的万物定义为宇宙。因为星系与星系彼此相隔甚远，所以宇宙大都是空无一物的空间。假设我们的银河系只有一个1角钱硬币那么大，那么仙女座星系离我们约为0.5米之远，而就目前天文学家所能观测到的宇宙空间，则可通向四面八方，大约可达2000米之远。



地球与恒星的距离

地球上的距离通常是用千米来衡量的。但是就像我们所看到的那样，地球与恒星的距离实在太遥远了，所以用千米作为衡量单位就显得很不实用了，于是天文学家用一个叫做**光年(light-year)**的单位来替代千米。在太空中，光以每秒30万千米的速度传播。1光年就是光在1年中所走的距离，即为 9.5×10^{12} 千米。要注意，光年是一个距离单位，而不是一个时间单位。

为了帮助你理解什么是光年，给你举一个日常的例子，如果你以每小时10千米的速度骑自行车，到10千米远的商业街会花掉你1个小时，你可以说商业街有“1自行车小时的距离”。

从半人马座比邻星到地球，光需要走4.2年，我们可以说半人马座比邻星离地球有4.2光年，即约 4×10^{13} 千米。

图3–5 你和你的朋友坐在一个戴大帽子的妇女后面。

运用概念 为什么你看到的银幕上的图像，与你朋友看到的图像不同？



你看到的图像



你朋友看到的图像

☑ ***想一想*** ***3光年有多少千米？***

测量恒星的距离

站在地球上望天空，看起来好像没有办法说出这些恒星有多远。但是天文学家找到了一个测量这些距离的办法，**他们经常用视差来测量邻近的恒星的距离**。

从不同的地方看一个物体时，会产生该物体表象位置的变化，这种现象称为**视差(parallax)**。例如，你与朋友去看电影，你们入座后，一个戴着大帽子的妇女在你们的前面坐了下来。因为你和朋友是坐在不同的位置，所以这个妇女的帽子挡住了银幕的不同部位。如果你坐在她的左边，这个妇女的帽子正巧就在恐龙的前面。但是对坐在她右边的你的朋友来说，她的帽子却出现在鸟的前面。

这个妇女和她的帽子移动过了吗？没有，只是因为你们相对不同的位置，她似乎是移动过了。这种表象位置的移动就叫视差。

天文学家用视差来测定邻近恒星的距

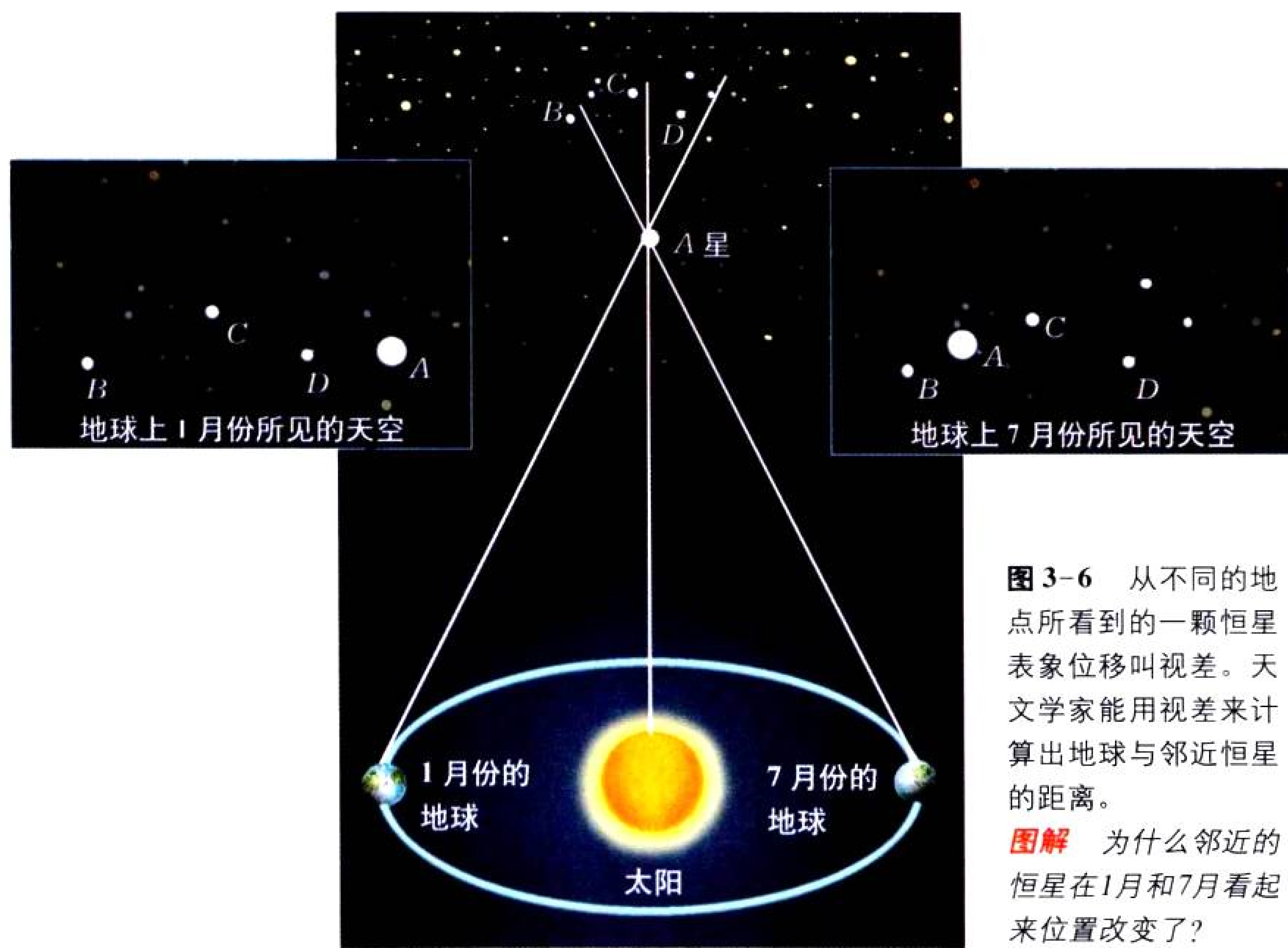


图 3-6 从不同的地点所看到的一颗恒星表象位移叫视差。天文学家能用视差来计算出地球与邻近恒星的距离。

图解 *为什么邻近的恒星在1月和7月看起来位置改变了?*

离。当地球在太阳的一侧的时候，他们看定一颗恒星，然后在6个月后，当地球在太阳的另一侧时，再看这颗恒星时，天文学家以十分遥远的恒星为背景，便可测出这颗恒星移动了多少，然后他们能用这种叫做视差位移的测量方法来计算这颗恒星有多远。恒星移动得越少，它就越遥远。

视差无法用来测量大于1000光年的距离。一颗距离非常遥远的恒星，会使得从地球公转轨道两端测出的该恒星视差位移太小，此时就无法准确测定该恒星的距离。

给恒星分类

像太阳一样，所有恒星都是炽热的巨大的发光气体球，这些气体大多由氢构成，它们由核聚变产生能量。正是这种能量，才使恒星发出耀眼的光芒。太阳只是一颗中等亮度的恒星，但是太阳比任何其他恒星离地球都要近得多。然而太阳在银河系中，既不是最亮，也不是最大的一颗恒星。

天文学家根据恒星的物理特征来给它们分类。**用来分类的主要特征是恒星的体积、温度和亮度。**

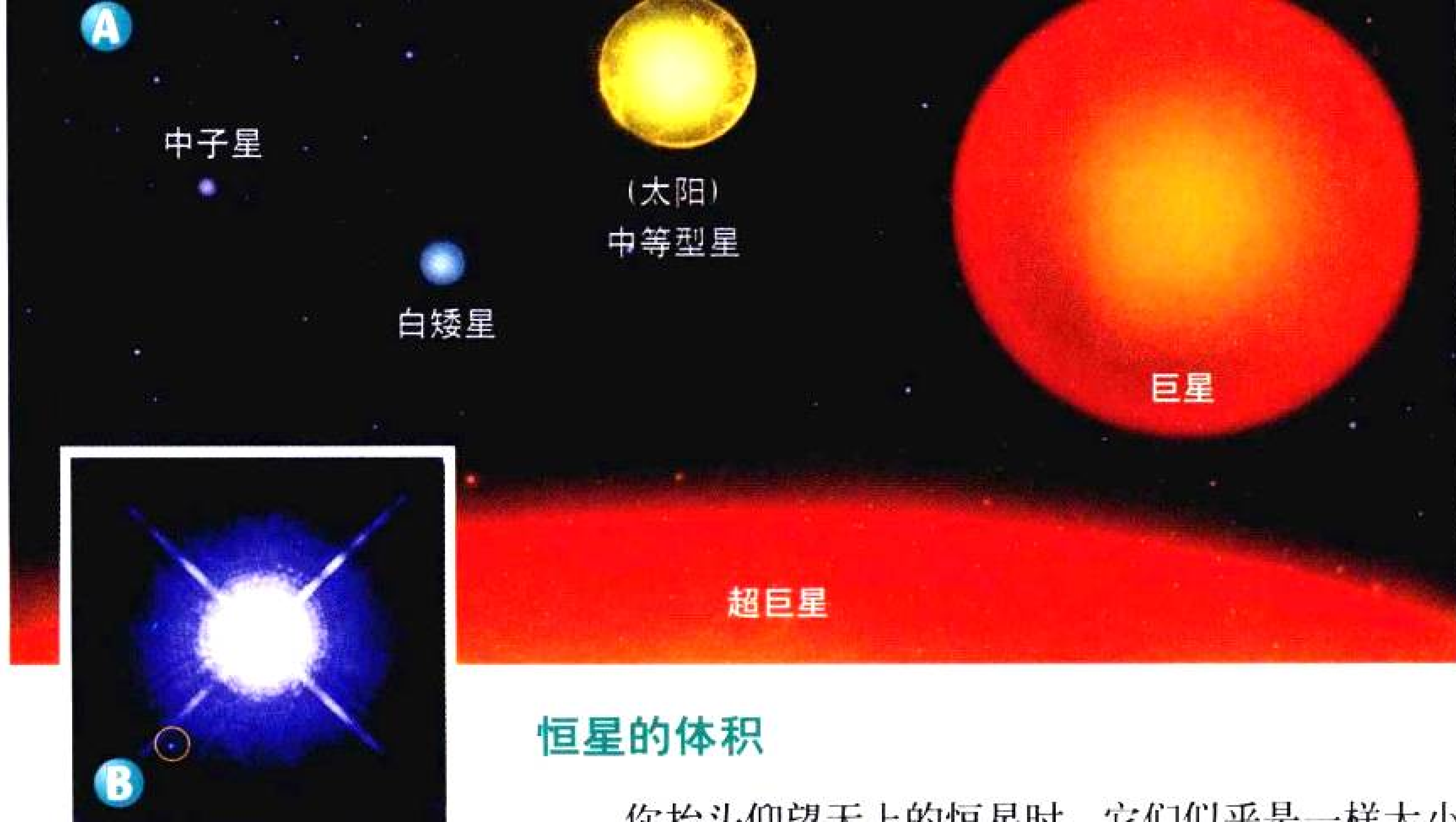


图 3-7 A. 恒星体积大小的范围可从微小的中子星到庞大的超巨星。B. 较明亮的那颗星是天狼星A。被黄圈做上标记的较暗的那颗星为天狼星B，它是一颗白矮星。

观察 *太阳是一颗多大的恒星？*

恒星的体积

你抬头仰望天上的恒星时，它们似乎是一样大小的，事实上，许多恒星如同太阳一般大小，而太阳还只是一颗中等型星。然而，有些恒星比太阳大得多，这些巨大的恒星称为**巨星 (giant star)** 或超巨星。如果超巨星参宿四位于太阳现在的位置上，它将把木星轨道以内的太阳系空间填满。

有些恒星又比太阳小得多。白矮星只有地球一般大小，中子星则更小，它的直径仅仅只有20千米左右。

☑ ***想一想*** ***从大到小，说出5种不同体积大小的恒星的名称。***

恒星的颜色和温度

夜晚，如果你环顾夜空，你能看出恒星颜色的细微差别。图 3-8 显示了著名的猎户星座，位于猎户肩上的红色恒星是参宿四，位于它脚后跟的蓝白色恒星叫参宿七。

恒星的颜色显示了它的温度，地球上炽热物体与恒星一样，同样有不同的颜色范围。比如你观察一台烤炉加热时，你能看到金属丝灼热发出红光。灯泡里的金属丝更热，发出白光。类似地，最冷的恒星(大约3200℃)在天空中会呈现出淡红色。淡红色的参宿四就是一颗冷星。表面温度5500℃的太阳，则发出白光。太空中最热的恒星(温度高于10000℃)则会呈现出比太阳稍蓝的颜色。蓝白色的参宿七便是一颗非常热的恒星，温度超过15000℃。

恒星的亮度

恒星的亮度也各不相同，即它们发出光的数量是不尽相同的。一颗恒星的亮度取决于它的体积与温度。回顾第二章，光球层是恒星发光的那一层，参宿四是相当冷的，因此它的光球层每平方米射出的光就不太多。但是参宿四非常大，所以它又十分明亮耀眼。另一方面，参宿七是非常热的，因此它的光球层每平方米发出大量的光。尽管它比参宿四小得多，但也明亮夺目。

从地球上看一颗恒星的亮度，则要取决于它与地球的距离以及这颗星本身有多亮。由于这两个因素，所以恒星的亮度可以用两种不同的方法来表述：视星等和绝对星等。

视星等　一颗恒星的**视星等 (apparent magnitude)** 是它从地球上所见的亮度。借助于电子仪器，天文学家能够很容易地测出恒星的视星等。

仅凭一颗恒星的视星等，天文学家难以判断出该恒星究竟释放出多少光。如同手电筒离你越近就越亮一样，恒星离地球越近，那么看上去也就越亮。例如，太阳看上去非常明亮，但这并不意味着太阳比其他恒星发出的光更多。太阳看上去那么明亮，只是因为它离地球非常近。

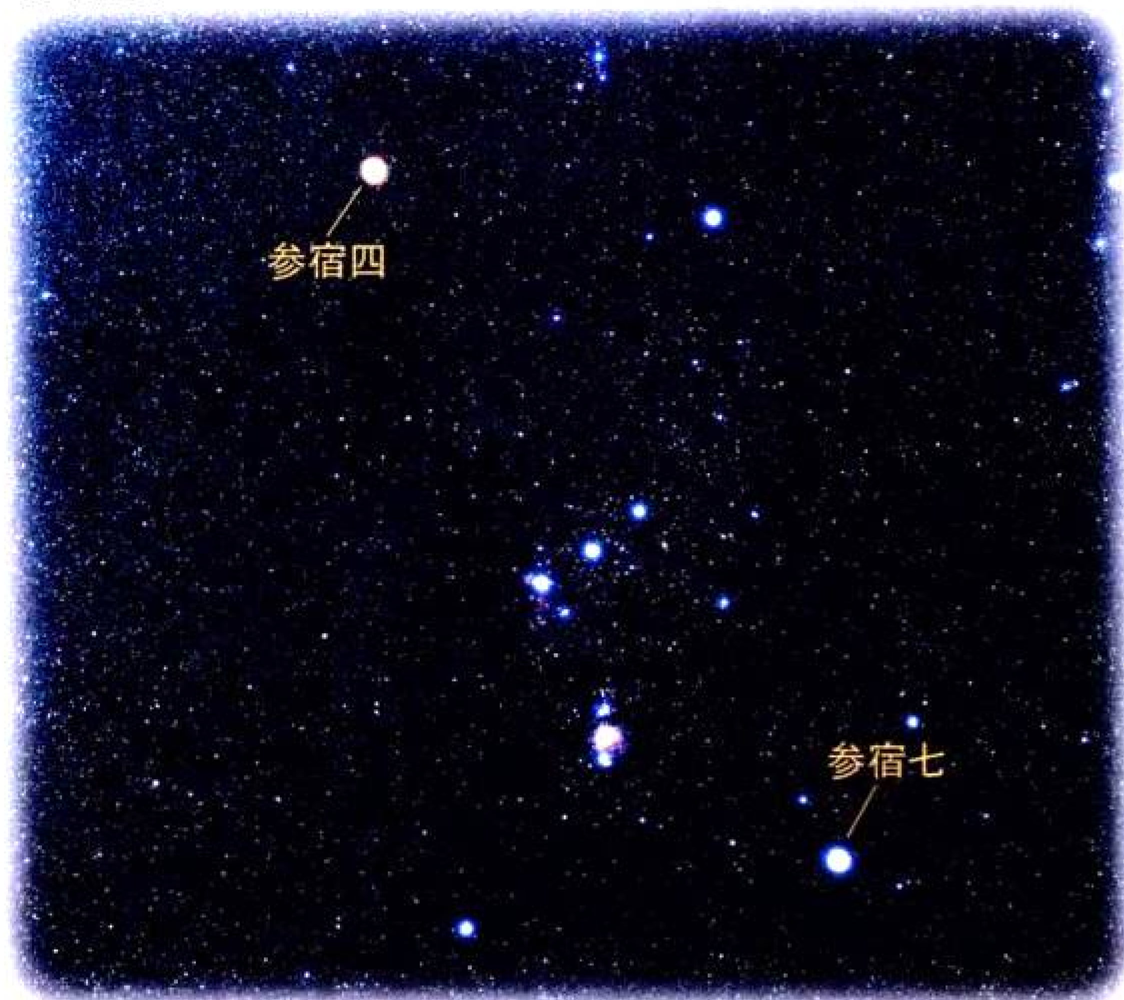


图 3-8　猎户座中包括了红色的超巨星参宿四和蓝色的超巨星参宿七。

社会研究 链接

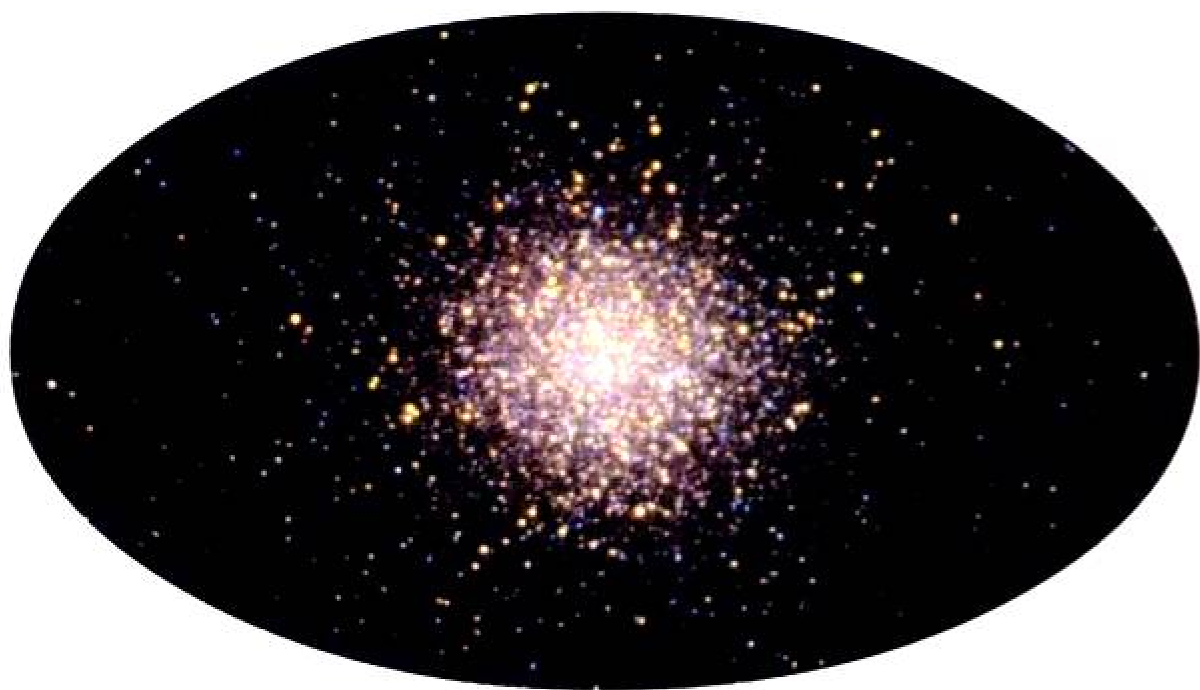
中世纪时，在西南亚和北非的阿拉伯天文学家命名了许多恒星。例如：恶魔星(大陵五)的名字来自于阿拉伯语 ***Ras al Ghul***，意思是“恶魔的头”。其他阿拉伯恒星的名字包括毕缩五，意为“普勒阿斯的追随者”，参宿四意为“中心的右手”，织女星意为“猛扑的鹰”和参宿七意为“巨人的左腿”。

阅读 DIY



天文学家和数学家使用的其他许多词汇也来自阿拉伯语。请从词典上查一下“***zenith***(天顶)、***nadir***(天底)、***algorithm***(算法)和 ***algebra***(代数)”等词，然后用你的语言给它们下定义。

图 3-9 在一个球状星团中的恒星，离地球的距离相差不大。



绝对星等 恒星的**绝对星等 (absolute magnitude)** 是指该恒星在离地球一个标准距离的情况下，它所具有的亮度。要得出恒星的绝对星等，要比得出恒星的视星等复杂得多。天文学家首先必须找出恒星的视星等和它离地球的距离，然后假设恒星离地球一个标准距离，这样才能计算出恒星的绝对星等。

图 3-9 表示了一个球状星团，它拥有 1 ~ 100 万颗紧密相邻的恒星。在这个球状星团中，恒星离地球的距离相差不大。所以，天文学家们研究球状星团用来比较恒星的亮度。如果在一个球状星团中，有一颗星比另一颗亮，那就说明，这颗星确实要比另外的那颗星亮。

赫罗图

恒星的两个很重要的特征就是温度和绝对星等。大约 100 年前，丹麦的艾基纳 · 赫茨普龙和美国的亨利 · 诺利斯·罗素各自绘制了查找温度和亮度之间是否有关系的图。他们把许多恒星的温度标在 x 轴上，把它们的亮度标在 y 轴上，这些点就构成了一个关系图。

他们绘制的这张关系图至今依旧被天文学家们所使用，该图称为**赫罗图 (Hertzsprung-Russell diagram)**，或者 H-R 图。正如你在图 3-10 中所看到的，在 H-R 图中，大部分恒星构成了一个在天文学上称作**主星序 (main sequence)** 的对角线区域。在主星序中，恒星亮度增加时，其表面温度也随之增高。90%以上的恒星都属于主序星，太阳也是这些主序星中的一颗。巨星和超巨星处于H-R 图的右侧较高较远的位置上。白矮星的表面温度虽高，但亮度不大，所以它们只处在该图的中下方。

·试 一 试·

恒星的亮度 活动

教你如何比较恒星的绝对星等与视星等。

1. 把灯光调暗，将两个亮度一样的手电筒紧挨着放在一张桌子上，然后拧亮手电筒。
2. 从房间的另一头来看这两个手电筒，把它们当作两颗恒星，然后依次对它们作绝对星等和视星等的比较。
3. 将其中一只手电筒移近你，然后重复步骤 2。
4. 用一只更亮的手电筒换下原先两只中的一只，重复步骤 1 ~ 2。

建立模型 为了使两只手电筒有相同的视星等，在步骤 4 中你如何摆放手电筒？试一试吧！

赫 罗 图

蓝色或蓝白色 白色 黄色 橘红色 红色

超巨星：参宿七、北极星、参宿四

巨星：毕宿五

主序星：大陵五、天狼星A、半人马座A、太阳、半人马座B

白矮星：天狼星B

亮度（亮度增大）

50,000 20,000 10,000 6,000 5,000 3,000

表面温度（°C）

图 3-10 赫罗图表明了恒星的表面温度与亮度之间的关系。

图解 参宿七与毕宿五相比，哪个温度更高?



第二节复习

1. 什么是视差？在天文学中它有什么作用？
2. 列举用于恒星分类的三种特征。
3. 在红色星和蓝色星中，哪颗更热？为什么？
4. **理性思维** **应用概念** A星与B星有同样的视星等，但A星离地球的距离是B星离地球的2倍。那么，哪颗恒星的绝对星等大？说明理由。

身边的科学

在一个晴朗的夜晚，由家里大人陪同下走到户外，判断哪里是北面、南面、东面和西面。根据季节利用附录B中的星图，寻找猎户星座。找到猎户座中的参宿四与参宿七，并告诉你的家人，为什么它们的颜色不同。

技能实验室

那颗恒星离我们有多远

当天文学家测量视差的时候，他们用一个装有照相机的望远镜拍摄下许多恒星的位置。在这个实验里，你可以做一个望远镜模型，并利用它来估计距离。

问题

视差是如何被用于测量距离的？

材料

一卷黏胶带　几只回形针　一支钢笔
几支黑色和红色铅笔
一根米尺　一些纸　一条细绳
一根1米长的棒　一个计算器
一只100瓦灯泡的无灯罩电灯
一只复印纸盒子(无盖)
一张约1米宽的长方形平桌

步骤 

第一部分　望远镜模型

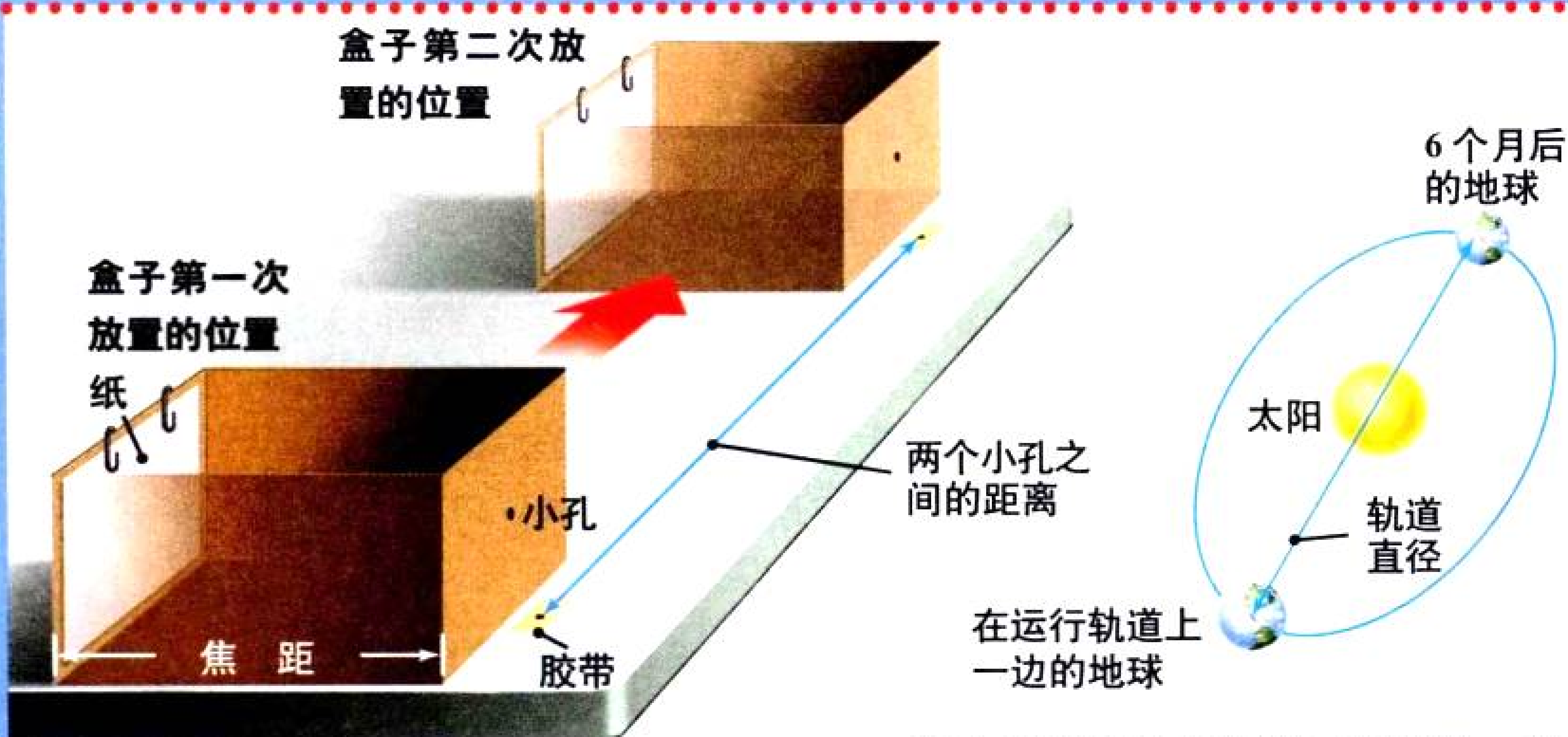
1. 把灯放在教室中央的桌子上。
2. 在纸盒一头的中间，用笔尖小心地挖一个小孔，这个盒子就表示望远镜。
3. 把盒子放在教室前面的平桌上，使小孔向着光。让盒子的左边与桌子的左边缘对齐。
4. 在小孔下面的桌面上贴一小块胶带，用钢笔在小孔正下方的胶带上做一个标记。当地球在它的运行轨道的一边时，这个标记就代表了望远镜的位置。

第二部分　恒星1

5. 把一张标有恒星1的纸片放在盒子里，如图所示。用两个回形针把小纸条夹牢，这张纸条代表着望远镜里的胶卷。
6. 把房间弄黑，打开电灯，这个电灯代表恒星1。
7. 用红笔在你看到的光点的地方做标记，把这个标为A点，A点就代表恒星1在胶卷上的影像。
8. 移动盒子，使盒子右边与桌子的右边缘对齐。然后重复步骤4。胶带上的标记表示6个月后，当地球在它运行轨道的另一边时的望远镜的位置。
9. 重复步骤7，然后用黑铅笔作第二点B，B点表示6个月后，从地球运行轨道的另一边看到的恒星1的影像。
10. 把纸拿掉，在做下一步之前，先把数据表画在笔记本上。
11. 以毫米为单位，量出A点到B点的距离，并记录下来。这个距离就是恒星的视差位移。

数　据　表

恒星	视差位移（毫米）	焦距（毫米）	轨道直径（毫米）	计算出的到恒星的距离(毫米)	计算出的到恒星的距离(米)	到恒星的实际距离(米)



12. 以毫米为单位，量出盒子背面小孔（透镜）到纸片（胶卷）之间的距离，并记下来。这个距离表示望远镜的焦距。
13. 以毫米为单位，量出在粘胶带上的两个标记之间的距离，并记下来。这个距离代表地球运行轨道的直径。

第三部分 恒星2和3

14. 将灯从桌上移开，移到大约是桌子到房间后端一半的距离。现在这个灯泡就代表恒星2。猜猜看，在纸片上的像会发生什么变化。
15. 用一张新的纸片重复步骤6～11，量出恒星2的视差位移。
16. 把电灯移到教室的后端，这个灯泡就代表恒星3。用一张新的纸片，重复步骤6～11，量出恒星3的视差位移。

分析和结论

1. 当你把模型望远镜从地球运行轨道的一边移到另一边，代表每颗恒星的光点发生了什么变化？
2. 是什么使得代表每颗恒星的光点位置发生了明显的变化呢？请解释一下。
3. 用下面的公式计算出望远镜到恒星的距离：

$$距离 = \frac{轨道直径 \times 焦距}{视差位移}$$

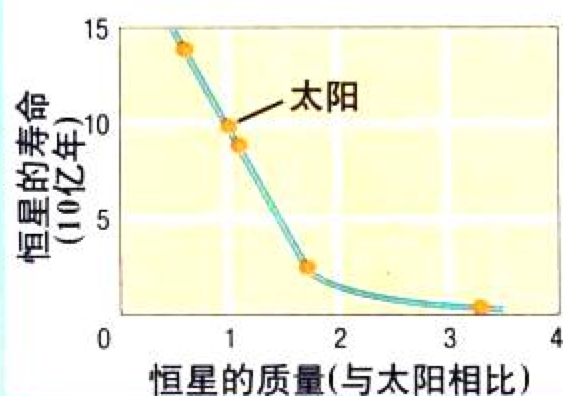
4. 将第3步分析中得出的结果除以1000，就可得出以米为单位的到灯泡的距离。
5. 重复第3～4步分析内容，得出恒星2、恒星3的结果。
6. 步骤14中的猜想正确吗？为什么正确或为什么不正确？
7. 恒星更远的话，视差位移是变大了还是变小了呢？把每颗恒星的视差位移和它与地球的距离两者联系起来。
8. **想一想** 用米尺去量出盒子与灯泡之间的实际距离。与实际值相比，恒星3的计算结果怎样？你怎样才能使计算结果更精确？

实验设计

如果你不断地把电灯移离盒子，将会发生什么现象？是不是存在这样一个距离，即你再也无法测出望远镜到恒星的距离？请设计一实验找出这个答案。

3 恒星的寿命

探索 **活动**



是什么决定了恒星的寿命

1. 这幅图展示了恒星的质量与它的寿命的关系。恒星寿命指恒星在耗尽燃料之前，它能存在的时间。
2. 一个质量是太阳0.8倍的恒星能存在多久？一个质量是太阳 1.7 倍的恒星又能存在多久？

思考

归纳 讲述恒星的质量与它的寿命的一般关系。

阅读指南

- 恒星的生命是如何开始的？
- 什么决定了恒星寿命的长短？
- 当恒星耗尽一切燃料时会发生什么情况？

阅读提示 阅读时，请画一个流程图，表示出一个中等型星的各个生命阶段。

1967 年，英国有一个攻读天文学的学生乔茜琳 · 贝尔，她发现在太空中有一个能发出有规律性的无线电波脉冲的天体。一些天文学家假设，这些脉冲可能是来自地外文明的一种信号。起初，天文学家甚至根据许多早期科幻小说中的“绿色人”，把该脉冲命名为LGM脉冲源。后来，天文学家们得出结论，这些无线电波的来源是一颗中子星。中子星是一颗巨大恒星爆炸后留下的微小恒星。这些中子星就如贝尔所发现的那颗星一样，都被称为**脉冲星(pulsars)**，是脉冲无线电波源的简称。

探究恒星的寿命

恒星是不会永久存在的。每一颗恒星都有其诞生、走完生命周期和最终死亡的过程。(当然，恒星不是真的有生命。所谓的“诞生”、“生存”和“死亡”仅仅是形象的比喻而已。)天文学家是怎样算出贝尔发现的中子星，早期曾是个较大恒星的呢？

设想你要研究人们是如何变老的，你希望你能够观察一些人 50 年，但是你的任务必须在下个星期完成，你不得不在很短的时间内研究许多人。将这些人分成不同的年龄组，你可能会想到将他们分成婴儿、儿童、十几岁青少年、青年人、中年人和老年人。虽然你没有时间去观察单个人经历所有这些阶段，但你知道这些阶段是存在的。

天文学家在研究恒星寿命时也有类似的问题。他们不可能花上亿万年时间来观察单颗恒星的发展过程，因此他们只有研究很多恒星，并观测他们彼此间有哪些不同之处。

乔茜琳 · 贝尔 ▼



恒星的诞生

恒星是由在相对小的体积内积聚大量气体而构成的。至于**星云(nebula)**，则是指在庞大体积内所扩散的大量气体和尘埃。因此，所有恒星从诞生那天开始就已经是星云的一部分。

引力使得一些气体和尘埃在星云中聚合在一起，这种紧缩了的云就被称为**原恒星(protostar)**。“*proto*”在希腊语中意为“最初的”。**当紧缩了的气体和尘埃变得非常炽热，从而引起了核聚变，这时，一颗恒星就诞生了**。回忆一下第二章，核聚变是指氢原子合成为氦的过程。在核聚变中，巨大的能量被释放了出来。

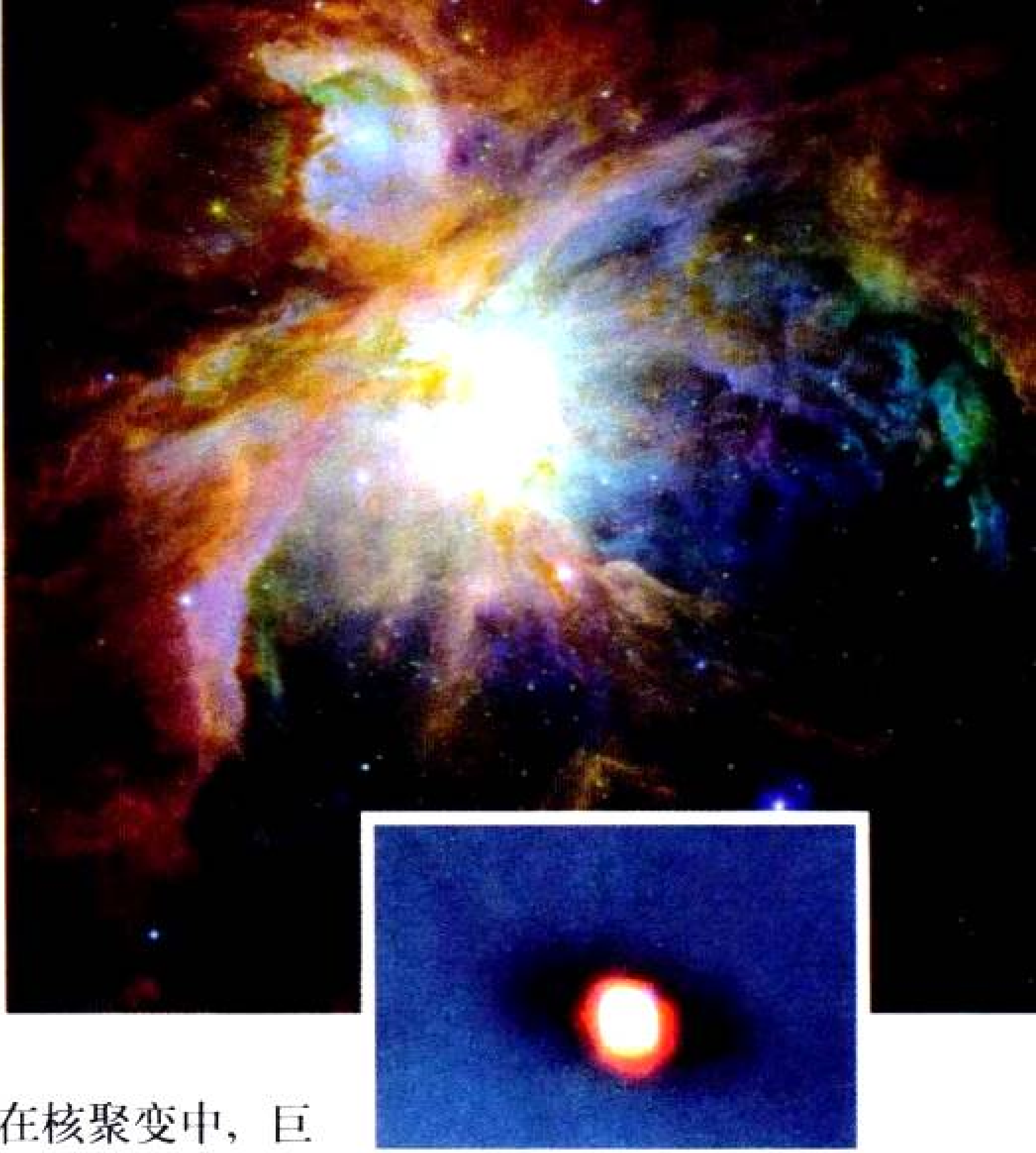


图3-11 猎户座星云(见上图)是一个庞大的气体和尘埃的云团。哈勃太空望远镜在猎户座星云中拍摄了这幅原恒星(见下图)的照片。原恒星是恒星生命的最初阶段。
运用概念 *星云中的一些气体和尘埃是怎样形成一颗原恒星的?*

恒星的生存期

在天文学家们能够说出恒星的年龄前，他们必须确定该恒星的质量。**一颗恒星寿命的长短取决于它的质量的大小**。

你可能会认为，质量大的恒星比质量小的恒星生存得更长，然而，事实上反过来才是正确的。你可以把恒星当作汽车来看：一辆小的汽车的油箱小，但它的发动机也相对小，因而耗油慢；而一辆大车，它的油箱较大，它的发动机也较大，因而耗油也更快一些。因此，小车也许可以靠自己的小油箱，比大车用大的油箱跑的路更长一些。小恒星燃料的消耗要比大恒星慢，因而它们的寿命也就要长得多了。

一般来说，质量比太阳小的恒星燃料消耗得慢，它们的寿命最长可达2 000亿年。质量同太阳一样的中等质量恒星，则可以生存100亿年。天文学家们认为太阳大约已有46亿年了，因此太阳现在正值中年期。

质量比太阳大的恒星其寿命要短一些，质量是太阳15倍的恒星可能只能生存1 000万年左右。1 000万年似乎是很长一段时间，但这只是太阳寿命的 $\frac{1}{1\,000}$。

想一想 ***如果一颗恒星的质量是太阳的2倍，它的寿命是比太阳长，还是短?***





图3-12 超新星1987A是几百年来所见到的最亮的一颗超新星，左图箭头所指的是它爆炸以前原来的那颗恒星。

归纳 *古代天文学家为什么也能看到超新星？*

恒星的死亡

一旦恒星的燃料耗尽，它的核心就不再释放能量。恒星的核心开始收缩，而其外层部分则开始膨胀，于是这颗恒星就成了一颗红巨星或超巨星。

所有的恒星都会变成红巨星或超巨星。然而接下来，这些恒星会发生什么变化则要取决于他们的质量。正如我们在探索恒星的寿命(见下页)中所示，**恒星耗尽燃料后，就会变成白矮星、中子星或者黑洞。**

白矮星 小型或中型的恒星要把核燃料燃尽，需要100亿年或更多的时间。此后，它们的外层便开始膨胀，变成红巨星。其外层部分还会越来越大，最后会飘逝进入太空。那个被遗留下来的蓝白色的恒星内核就成了一颗**白矮星(white dwarf)**。

白矮星体积与地球差不多，但是它们的质量与太阳相似。一颗白矮星虽然拥有太阳一样大的质量，但它的体积却只有太阳的百万分之一，因此它的密度为太阳的一百万倍。一匙白矮星的物质质量与一辆大卡车的质量相当。白矮星自身没有燃料，但是却能依靠剩余物的能量发出微弱的光。一颗白矮星如果停止了发光，那么它就是死了，这时它就叫黑矮星。

中子星 一颗行将就木的巨星或超巨星会突然爆炸，在几个小时内，它会发出几百万倍的强光。这种爆炸就叫做**超新星(supernova)**。你可以在图3-12中看到一颗超新星。超新星形成之后，星体中的一部分物质便扩散到太空，这种物质可能成为星云的组成部分。星云而后会紧缩而形成一个新的“转世”的恒星。天文学家们认为，太阳是由一颗超新星爆炸出来的星云演变而成的。

恒星爆炸之后，一些物质留了下来，这些物质就形成了中子星。**中子星(neutron star)**比白矮星的体积还要小，而密度还要大。一颗质量为太阳质量3倍的中子星，直径却只有20千米，相当于一颗较大的小行星的直径，或相当于

增进技能

预测 活动

在109页的赫罗图中找出大陵五、北极星和天狼星B。写一句话，预测它们生命的下个阶段将会怎样。

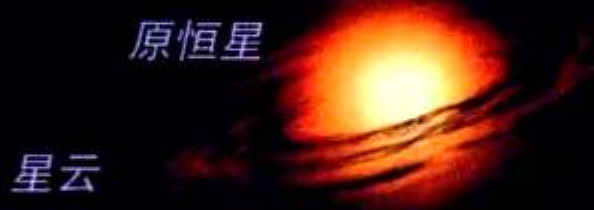
地球上一个城镇那么大小。

黑洞 更大质量的恒星——它们的质量是太阳质量的40倍以上——一旦死亡，那么它们就会变成**黑洞 (black hole)**。这类恒星变成超新星后，比太阳质量还大 5 倍以上的物质被遗留下来。这些物质的引力实在太强了，连气体也被吸了进去，而且把气体挤入越来越小的空间。最后，5 倍太阳质量的物质被挤在一个直径只有 30 千米左右的范围之内，在那样一个小范围中，引力大得没有什么东西可以从其中逃离出去，甚至连光也难以逃逸。恒星剩下来的这些物质就变成了黑洞。

探索 恒星的寿命

一颗恒星的寿命长短取决于它的质量。太阳是一颗中等质量的恒星，它也会变成一颗白矮星，继而成为黑矮星。

在星云的气体和尘埃一旦紧缩成一颗原恒星时，一颗恒星便诞生了。



红巨星或超巨星

恒星的燃料开始消耗殆尽时，它就会膨胀而变成巨星或超巨星。



巨星和超巨星可能爆炸成为超新星。

小型和中等恒星会变成红巨星，而后又会变成白矮星。





质量最大的恒星遗留物会成为黑洞。即使是光也无法从黑洞中逃逸出来。

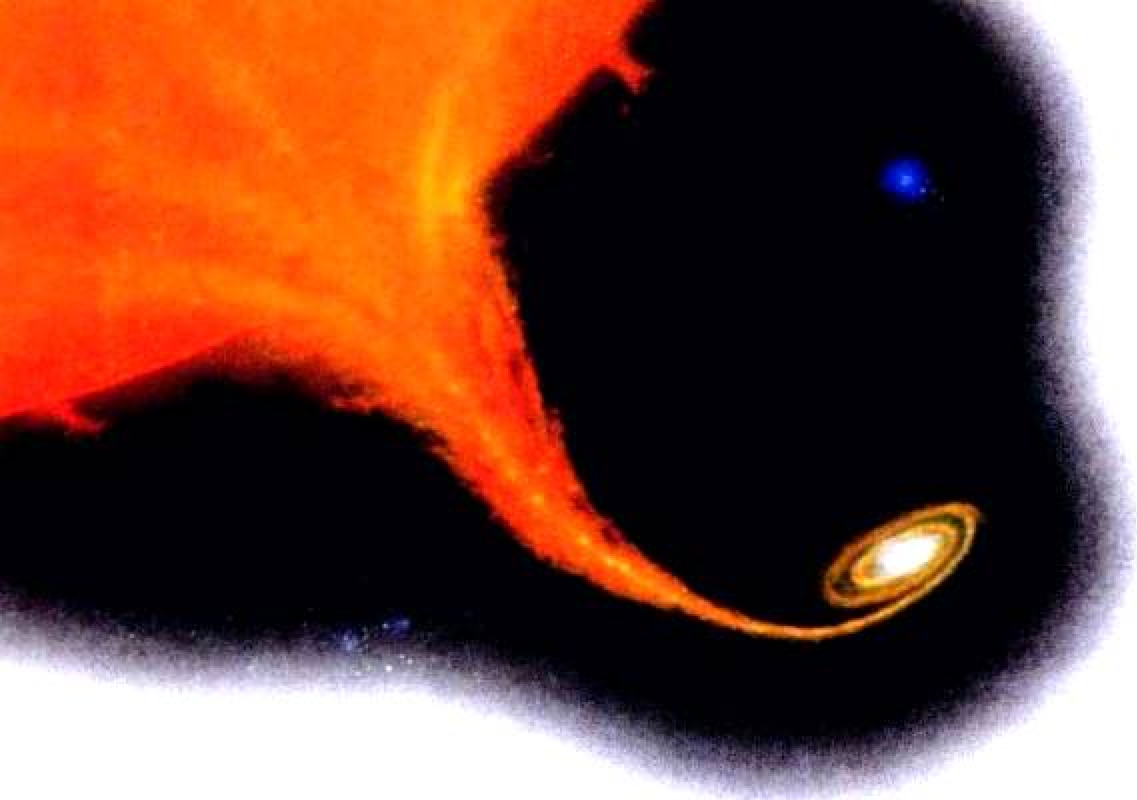


超新星的遗留物会变成中子星。

中子星

白矮星耗尽能量后就会变成黑矮星。

黑矮星



光、无线电波或者其他任何形式的辐射都不能够逃出黑洞，所以人们不可能直接探测黑洞，但是天文学家能够间接地探测黑洞。

例如，黑洞周围的气体受到非常强烈的吸引，于是会围绕着黑洞越转越快。旋转产生的摩擦使气体变热。天文学家可以探测从热气体中发射出来的X射线，以此来推断黑洞是否存在。同样地，假如有另外一颗恒星在黑洞附近，天文学家可以根据黑洞对这颗星的吸引力来计算黑洞的质量。

图3-13 艺术家的这幅印象画显示了黑洞正在吸入它的一颗伴星的物质。当这种物质被吸入黑洞时，它便发出白光来。

运用概念 *如果直接探测黑洞是不可能的话，那么天文学家怎样才能发现黑洞？*

类星体 20世纪60年代，天文学家们发现几个与众不同的天体，它们非常明亮，但是又非常遥远，很多这类天体都在120亿光年之外，这使它们成为宇宙中最遥远的天体。这些遥远而明亮的天体看起来非常像恒星。这些天体就被称为**类星天体 (quasi-stellar object)** 或**类星体 (quasars)**，"*quasi*"在拉丁语中表示"类似"。

什么天体在那么远的地方，还会如此明亮耀眼？天文学家断定这些类星体其实是遥远的星系，在这些星系的中央有巨大的黑洞群。每个黑洞的质量是太阳的10亿倍，甚至更多。巨大数量的气体环绕着这样庞大的黑洞旋转，就使得这些气体变热，发出耀眼的光。



第三节复习

1. 恒星生命历程的最初阶段是什么？
2. 为什么小恒星的寿命比大恒星长？
3. 形成白矮星的恒星与形成中子星的恒星有什么差别？
4. 天文学家们用什么证据来检测黑洞？
5. **理性思维** **做出判断** 如果太阳走完它的生命历程，将会发生什么情况？请对你的答案作解释。

课题 3

检查进度

在你的星座上画出并标出每个恒星的名称，但是不要用线把它们连成惯常的图形，你会看到什么不同的图案呢？每个图案像什么呢？选择一个图案用它来命名你的星座。然后写一个故事梗概，说明为什么这个星座会在天空中。

提示： 用铅笔信手涂画连接各个恒星。

SECTION 4 恒星系统和星系

探 索 **活 动**

银河为什么看上去朦朦胧胧

1. 用一支铅笔在一张白纸上小心地戳出20个相毗邻的洞。
2. 把这张纸贴在黑板上或者贴在深颜色的墙上。
3. 走到房间的另一端看这张纸。从房间的远处来看，这些小洞像什么？你能看到单独的洞吗？

思考

建立模型 就如看许多遥远的相邻的星星一样，你从房间的远处来看白纸上相邻的许多小洞，你会看到些什么？将你的模型和下面银河系的图片相比较，会发现什么？

阅读指南

- 什么是恒星系统？
- 有哪三种星系？

阅读提示 阅读之前，预习黑体字术语。阅读时，找一些能说明术语的照片或图表。

在乡村的一个晴朗夏夜，你能看到一条朦胧的光带横贯天穹，这条星带就是银河。银河看起来好像离我们很遥远，实际上，地球就在银河系当中。有人会问这怎么可能呢？在你能够理解这个问题的答案之前，你需要更多地了解这么多的星星是怎样集结在一起的。

恒星系统和行星

我们的太阳系只有一颗恒星，那就是太阳。但是，**半数以上的恒星都属于一些星群，星群拥有两颗或两颗以上的恒星，因此又称为恒星系统**。如果你在这些恒星系统当中的其中一颗行星上，你就会发现天空中有两个或两个以上的太阳。

双星和三星 有两颗恒星的恒星系统叫做**双星(binary stars)**(前缀“*bi*”的意思是“两”或“双”)。有三颗恒星的恒星系统叫**三合星(triple stars)**。半人马座比邻星可能是离太阳较近的三合星的一部分。这个恒星系统中的其他两颗恒星，半人马座主星A和半人马座主星B构成了一对双星。科学家们不十分确定半人马座比邻星是否真的是这个恒星系统的一部分，还是仅仅暂时地与其他两颗恒星相遇在一起。

有时候，天文学家们尽管从地球上只能看到双星中的一颗，但也有办法探测到那里其实有两颗恒星(双星)。例如，双星中较暗的一颗可能在另一颗前面通过，因而把另一颗恒星遮挡住了。恒星系统中一颗恒星遮挡了另



银河 ▶

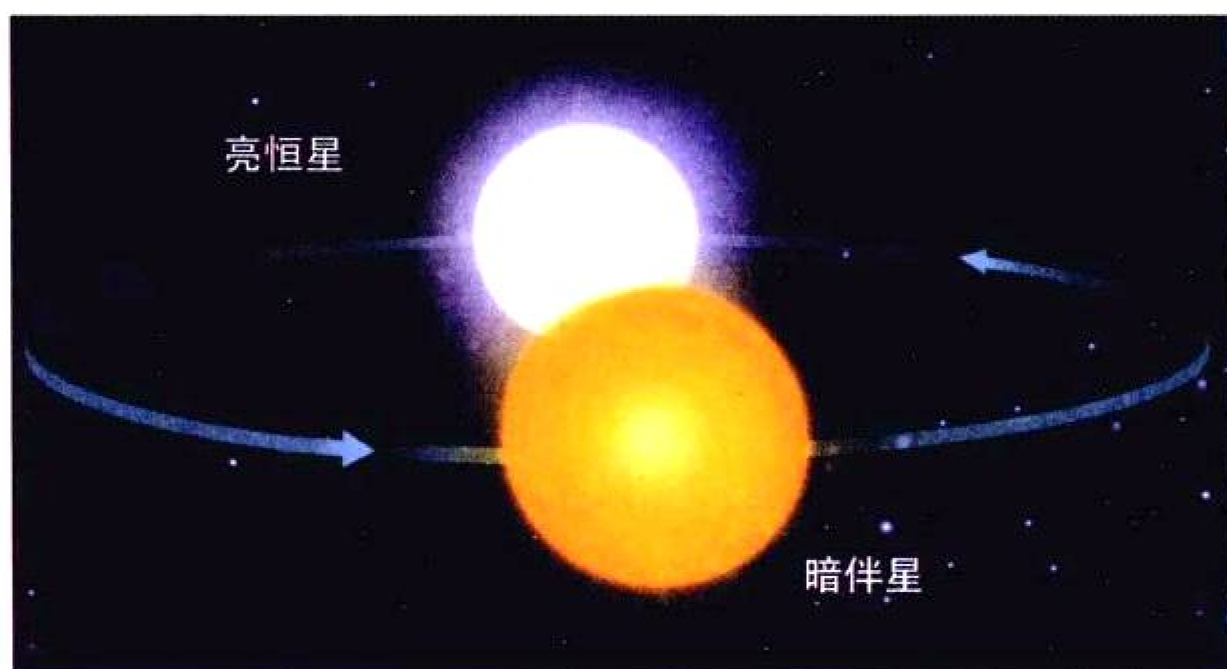


图3-14 大陵五是一个由一颗亮恒星和一颗暗伴星组成的食双星。每当暗伴星经过那颗亮星前面时，大陵五就会黯然失色。
图解 什么时候大陵五才会变得更亮。

一颗恒星的光，就称为**食双星 (eclipsing binary)**。如图 3-14 所示，大陵五实际是一个食双星。

天文学家们通过观察恒星的引力作用，了解到在一个恒星系统中有第二颗恒星。当第二颗恒星围绕着第一颗恒星公转时，第二颗恒星的引力会使第一颗恒星忽前忽后地运行。就好像你在看一对舞伴绕着对方旋转一样，即使看不见舞伴，但你可以通过观看那个看得见的舞者的移步，来判断出那个看不见的舞伴在哪儿。

图3-15 如果你看到有人在跳舞，但看不到她的舞伴，你可以通过观察你所看得见的那个舞者，从而得出舞伴在哪里。天文学家们就用相似的方法来发现恒星系统中较暗弱的恒星。





绕着其他恒星公转的行星 1995 年，天文学家们用类似发现双星的方法，发现有一颗行星绕着一颗恒星在公转。天文学家们正在观测的这颗名为飞马座51的恒星，在作小幅度忽前忽后运行，因此他们知道，那个看不见的天体还没有达到一定的质量从而使其成为一颗恒星。他们推断这颗星肯定只是一颗行星。

在此发现之前，除太阳外还没有方法可以得知，其他的恒星有无围绕着它们公转的行星。现在，天文学家们确信，我们的太阳系不是惟一的拥有行星的天体系统。所有在太阳系以外很远的地方发现的行星都很大，至少有半个木星质量那么大。小质量的行星很难被发现，因为它对自己所公转的恒星几乎没有什么引力的作用。

天文学家们正想方设法借助望远镜用新的方法直接观测行星。要看一颗绕着恒星公转的行星，就像尽力想看到一只在街灯附近的萤火虫一样，耀眼的灯光使一切在灯周围发弱光的物体难以看见。为直接看到一颗行星，天文学家们必须避开行星绕着公转的那颗恒星的光芒。估计要做到这一点，在近数十年内是不大可能的。



与生命科学的综合　一些科学家推测在那些围绕其他恒星公转的行星上，有可能存在着生命。不少天文学家正在用射电望远镜搜寻那些不可能来自自然情况下的无线电信号。这类信号可能是外星人存在的证据，也许他们正在向外发射无线电波。

***想一想*　天文学家们以什么证据得出结论，在其他恒星周围有行星存在？**

星系

现在你将学习银河系，银河系是我们太阳系所在的那个星系。像其他星系一样，银河系是由单星、双星、恒星系统和许多存在于恒星之间的气体和尘埃组成的。银河系通常叫做“我们的星系”，看起来有一点乳白色，或者给人有朦朦胧胧的感觉，那是由于恒星之间距离太近了，肉眼无法一个个看清之故。银河系里的大黑斑是尘埃形成的云团，它们遮住了它们后面的恒星所发出的光。

在宇宙中有数十亿个星系。**天文学家们把绝大多数星系分为三大类：旋涡星系、椭圆星系和不规则星系。**

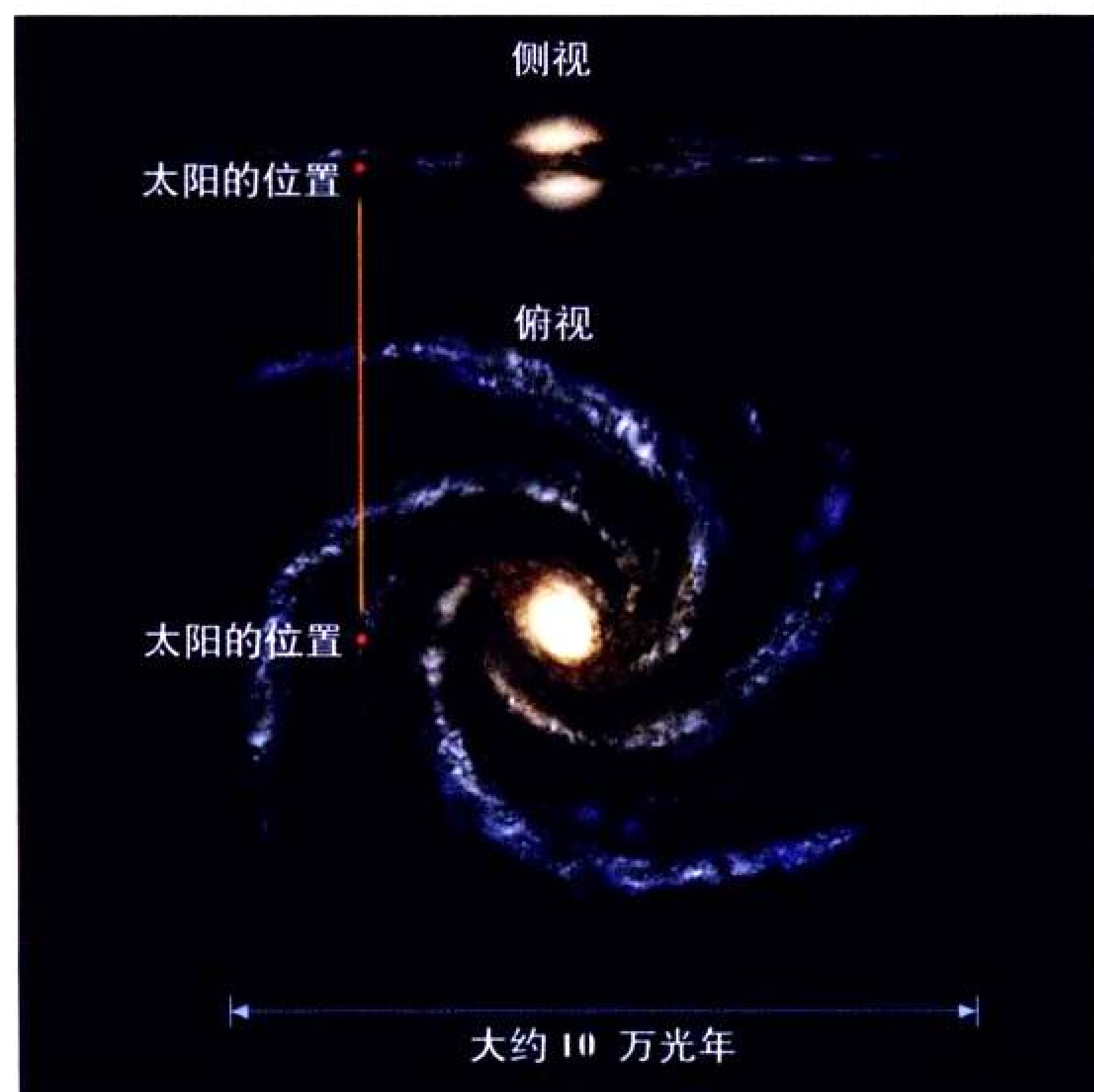


图 3-16　从侧面看，银河系呈扁圆盘状。只有从上部俯视，才能看到银河系的旋涡结构。

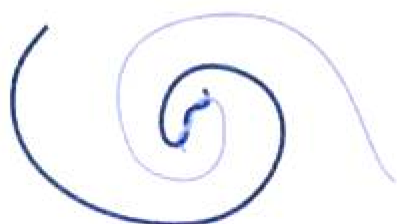
试一试

旋涡星系



你可以做一个银河系的模型。

1. 用两根金属丝做一个带有两个旋涡的风车。



2. 沿桌面看这两个旋涡，把你所看到的勾画下来。你能看到旋涡的形状吗？
3. 接下来，从桌面上方来看旋涡，把看到的勾画出来。

观察　太阳处在一个扁平的旋涡星系之中。从处在扁平面上的地球的位置，是否能看清楚旋臂结构？为什么？



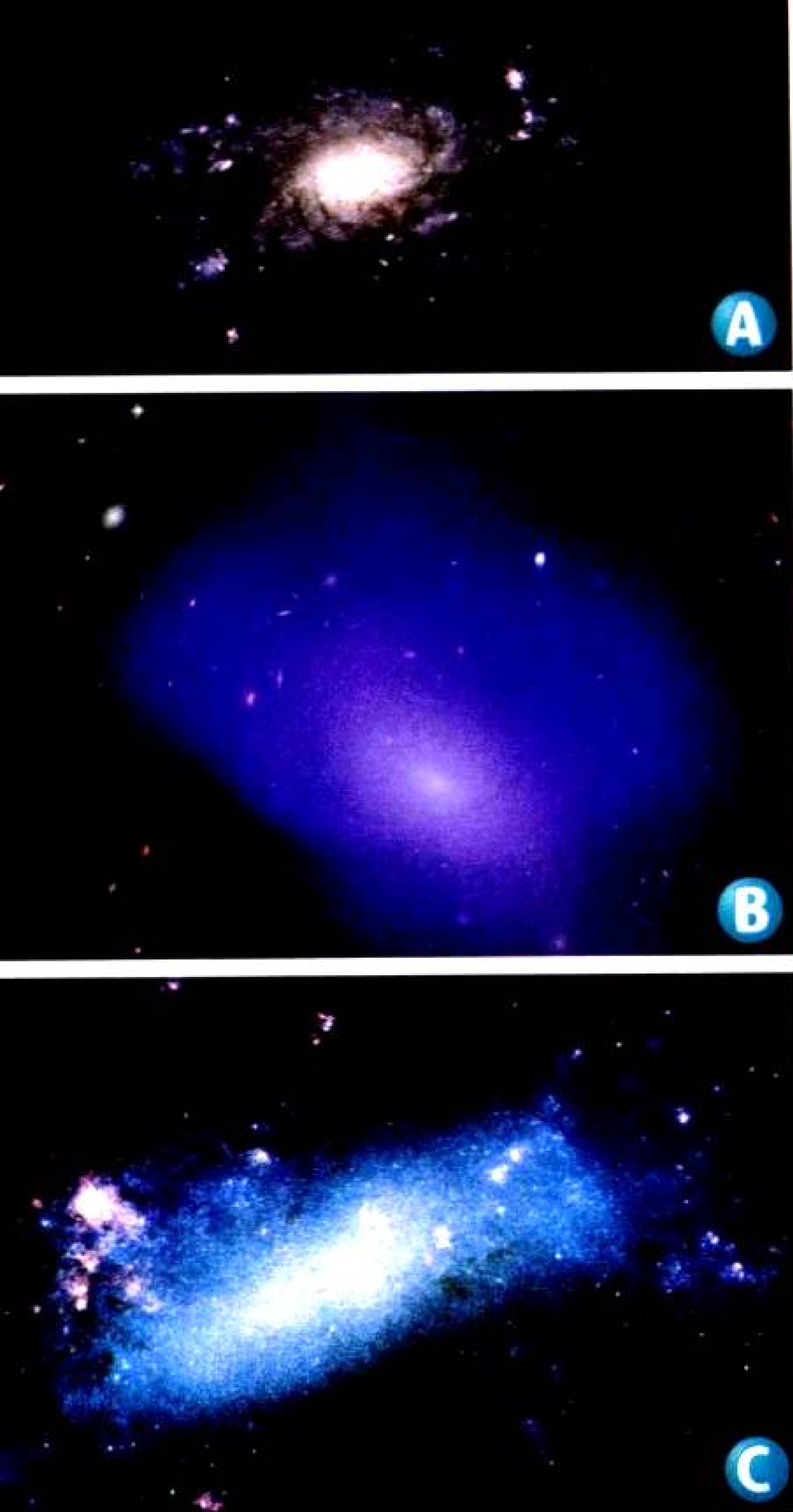


图 3-17 A. 这个旋涡星系类似于银河系。B. 椭圆星系看起来像一个扁平的球。C. 大麦哲伦星系是一个不规则星系。

旋涡星系 图3-17显示了一个双旋涡状的星系，这种星系称为**旋涡星系(spiral galaxy)**。天文学家们从不同的角度可以观测到别的旋涡星系。这些景象呈现出旋涡星系有类似于小风车的向外盘旋的旋臂。

我们的银河系也具有同样的像风车一样的旋涡。我们要看到自己银河系的旋涡状是很难的，因为我们的太阳系就处在银河系中，即处在一条旋臂的离银河系中心大约$\frac{2}{3}$远的地方。你在天空中看到的银河系，也就是人们在地球上抬头看到的银河系余下来的主要部分。银河系的中心距离太阳大约为25000光年。然而，我们看不到银河系的中心，因为我们的视线被位于太阳和银河系中心之间高密度星云、气体和尘埃等所遮挡。

椭圆星系 并不是所有星系都是有旋臂的。那些**椭圆星系(elliptical galaxy)**看起来像一个个扁平的球。这些星系拥有数十亿颗恒星，但是恒星之间气体和尘埃很少。由于缺少气体和尘埃，新的恒星无法在椭圆星系中形成，因此，椭圆星系只有一些老年恒星。

不规则星系 有一些星系的形状是不规则的。由于这个缘故，他们被叫作**不规则星系(irregular galaxy)**。大麦哲伦星系就是一个不规则星系，距离我们银河系大约有160000光年。按照这一距离，在宇宙中，它还算是许多离我们银河系最近的星系之一。



第四节复习

1. 什么是恒星系统？
2. 讲述星系的三个主要类型。
3. 太阳位于银河系哪个位置？
4. **理性思维** **应用概念** 一些双星称为食双星。解释一下为什么这一术语是恰当的。

提示：请结合考虑大陵五来作回答。

身边的科学

筹划与家里大人们在夜晚一起观看繁星。要挑选一个漆黑、晴朗的夜晚。如有现成，请用双筒望远镜和附录B中的星图，找出银河系及一些已学过的你感兴趣的恒星。向你家人讲解你所知道的关于银河系的知识，以及你观测到的每颗恒星的情况。

宇宙的历史

SECTION 5

探索 **活动**

宇宙是怎样膨胀的

1. 用笔在一个瘪的气球上标上10个小点，这些小点代表星系。
2. 把气球吹起来，那些原先靠得很近的星系之间的距离会发生什么变化？星系间距离远了吗？

思考

推论 假如宇宙在膨胀，那么原先紧邻的星系分离的速度比遥远的星系分离速度快一些呢，还是慢一些？

阅读指南

- 宇宙是怎样形成的？
- 太阳系是怎样形成的？

阅读提示 在阅读之前，写出你听过的关于宇宙大爆炸的理论。然后阅读，以理解这一理论是怎样解释宇宙的历史的。

仙女座星系是你能用肉眼看到的最遥远的天体，等到你看见它之时，来自该星系的光已经穿行了200万年了。当这些光进入你的视线时，你所看到的星系其实是200万年前的星系。这似乎就是所谓的时光倒流。

天文学家已经拍摄了很多星系的照片，这些星系都有几十亿光年远。即这些星系所发出的光到达地球上的望远镜时，已经走了几十亿光年的路程。通过这些观测，天文学家推断出，宇宙十分年迈——它已经有几十亿岁了。

运动的星系

为了研究宇宙是怎样形成，又是何时形成的，天文学家运用了一些关于星系是怎样运动的信息。天文学家能测出不同星系之间的距离，并通过测量一个星系中的光谱，判断出这一星系运动的速度，以及它是朝着银河系运动，还是正在远离银河系。只有一些毗邻的星系是朝着银河系运动的，另外所有的星系则是在不断远离银河系。

在20世纪20年代，美国天文学家埃德温·哈勃发现，星系离我们越远，其远离我们的速度就越快。哈勃太空望远镜正是以哈勃的名字命名的，目的就是为了纪念他的这一系列重要发现。



▼由哈勃太空望远镜拍摄的一些星系图片。



图3-18 在膨胀着的宇宙中，一个个星系就如在发酵膨胀着的生面团里的一粒粒葡萄干。

建立模型 *发酵膨胀着的生面团是怎样再现膨胀着的宇宙的？*

为了弄清楚那些星系是如何运动的，不妨联想一下嵌有葡萄干的正在发酵膨胀中的生面团。如果你能把自己的身子变小坐在一粒葡萄干上，你就会看到，在生面团发酵膨胀起来时，其他葡萄干从你身旁离开去的情景。葡萄干离你越远，它移动速度越大，因为此时，在你与那些葡萄干之间有更多的生面团在膨胀。于是不论你坐在哪一粒葡萄干上，其他葡萄干都似乎在离你而去。看着其他葡萄干，你就能感觉到生面团正在膨胀。

宇宙就像生面团，而宇宙中的一个个星系，也犹如生面团里的一粒粒葡萄干，彼此在分开远离。在宇宙中，是它的空间正在膨胀着，就似介于葡萄干之间的生面团一样。

大爆炸理论

为了了解星系以往的运动情况，假设你能让时间倒流，那么所有的星系的运动不是分开，而是聚集的，于是宇宙中所有物质最终会聚集在一个点上。100多亿年前，那时的宇宙又小又热，密度又高，因此宇宙发生了爆炸，这就是天文学家所说的**宇宙大爆炸(big bang)**。

根据大爆炸理论，宇宙是在100～150亿年前大爆炸中形成的。但自从大爆炸后，宇宙迅速膨

图3-19 天文学家观测到所有遥远的星系正在远离银河系。



气体和尘埃构成的云，形成了一个旋转的圆盘。

圆盘中心的气体塌缩后形成太阳。

残存的气体和尘埃形成许多行星。

太阳系包括太阳、行星和由岩石、冰、尘埃形成的带。

图 3-20 太阳系是由气体和尘埃构成的云团或星云经塌缩后形成的。

胀，因为宇宙比 100 多亿年前增大了 100 多亿倍。想要了解宇宙体积的变化，画一粒小豌豆，假设你能让它吹成像地球一样大，那么你就把这粒豌豆膨胀了10亿倍了。你赖以生存的宇宙，曾经像那粒豌豆一样，是非常小的，但是在大爆炸后，宇宙就迅速地膨胀。天文学家断定，大爆炸是各星系正在互相分离的原因所在。

既然天文学家现在大致知道了宇宙膨胀的速度，他们就能推断出宇宙已膨胀了多长时间。天文学家估计宇宙已膨胀了 100 亿到 150 亿年。

☑ ***想一想　大多数星系之间是以什么方式互相运动的？***

太阳系的形成

大爆炸后，宇宙中的物质分别形成各个星系，气体和尘埃布满了银河系的空间。太阳系现在所在的地方，当年只是一片又冷又黑的气体和尘埃。

大约50亿年前，一巨大的气体和尘埃云团或星云塌缩后形成太阳系。星云慢慢收缩成一个旋转的圆盘。因为引力把一些气体吸入到圆盘中心，这样，这些气体在达到足够的温度和密度后，就开始了核聚变，太阳也就诞生了。

在圆盘的其他地方，气体和尘埃形成许多比太阳小的固体球体。那些最靠近太阳的球体失去了大部分的气体而形成内行星：水星、金星、地球和火星。那些距离太阳较远的球体则成为巨型气态行星：木星、土星、天王星和海王星。在内行星和巨型气态行星之间，形成了小行星。在巨型气态行星以外，还形成了巨大冰云和其他物质。这片冰云可能就是彗星的主要来源。冥王星也是在这里形成的。



图3-21 这位工程师正在检查通过哈勃太空望远镜获得的数据资料。该望远镜受控于这个房间。

宇宙的未来

宇宙将来会怎么样？一种可能是，宇宙还会像现在一样继续膨胀下去。所有的恒星最终都将会耗尽核燃料而自行燃毁，于是宇宙将会变得又冷又黑。另一种可能是，引力将开始把各星系拉回在一起，其结果将会导致一次逆向的“大爆炸”或“大挤压”，于是宇宙中的所有物质将会挤压成一个巨大的黑洞。

哪种可能性更大一些呢？问题的答案将取决于那个将星系拉到一起的总的引力有多大，而这个引力又取决于宇宙的总质量。对于天文学家来说，要估算这个质量是十分困难的，因为宇宙中的许多这种质量是以粒子形式存在的，而这些粒子不释放出电磁辐射。到目前为止，所得的证据表明，宇宙的总质量还不足以将各星系拉回在一起。当然，还仍需进行更多的研究之后，才能解决这个问题。

天文学是最古老的科学之一，但我们的宇宙仍有许多东西需要探索，仍有许多谜团需要解开。



第五节复习

1. 什么是“大爆炸”？
2. 描述太阳系的形成过程。
3. 哪些观测结果表明宇宙在膨胀？
4. **理性思维** **推论** 从其他星系正在远离我们的星系而去这一事实中，天文学家们可得出什么推断？

课题 3

检查进度

现在你要准备写两个解释你的星座名称的故事的初稿。完成初稿后，仔细地读一遍，再设法加以润色。以下是你修改初稿时所需要解决的一些问题：文章的开头能吸引读者兴趣吗？你故事的内容有意思吗？你应该再增添些细节吗？你应该再琢磨一下你的措词吗？尽可能地加以改写和修正。

学习指导

SECTION 1 现代天文学工具

与物理的综合

知识要点

- 电磁波谱包括无线电波、红外线、可见光、紫外线、X射线和γ射线。
- 望远镜能聚焦不同种类的电磁辐射。
- 天文学家们用光谱仪获得关于恒星的信息，包括它们的化学成分和温度。

关键术语

星座　折射望远镜
可见光　凸透镜
电磁辐射　反射望远镜
波长　射电望远镜
光谱　天文台
光谱仪



SECTION 2 恒星的特征

知识要点

- 天文学家运用视差来测量离地球较近的恒星的距离。
- 用于恒星分类的主要特征有体积、温度和亮度。

关键术语

星系　视星等
宇宙　绝对星等
光年　赫罗图
视差　主星序
巨星

SECTION 3 恒星的寿命

知识要点

- 恒星的诞生始于核聚变开始。
- 一颗恒星寿命的长短取决于它的质量。
- 一颗恒星耗尽它的核燃料之后，就会变成白矮星、中子星或黑洞。

关键术语

脉冲星　星云　原恒星
白矮星　超新星　中子星
黑洞　类星体

SECTION 4 恒星系统和星系

知识要点

- 半数以上的恒星都属于一些星群，星群拥有两颗或两颗以上的恒星，星群又称为恒星系统。
- 星系分为三类：旋涡星系、椭圆星系和不规则星系。

关键术语

双星　食双星　旋涡星系
椭圆星系　不规则星系

SECTION 5 宇宙的历史

知识要点

- 根据大爆炸理论，宇宙起源于大约100～150亿年前的一次大爆炸。
- 大约50亿年前，由气体和尘埃组成的云团或星云塌缩后，形成了太阳系。

关键术语

大爆炸



活动

相关网站

www.science-explorer.phschool.com

复习题

选择题

请选出最佳答案。

1. 哈勃太空望远镜是一架______。
   a. γ射线望远镜
   b. 反射望远镜
   c. 折射望远镜
   d. 射电望远镜
2. 恒星中最常见的化学元素是______。
   a. 氢　　b. 氦
   c. 碳　　d. 钠
3. 为了测量到毗邻恒星的距离，天文学家会利用______。
   a. 可见光　　b. 类星体
   c. 视差　　d. 光谱仪
4. 质量比太阳大的恒星______。
   a. 寿命比太阳长
   b. 颜色比太阳红
   c. 寿命比太阳短
   d. 寿命与太阳一样长
5. 太阳是由______形成的。
   a. 脉冲星　　b. 超巨星
   c. 黑洞　　d. 星云

判断题

如果叙述正确，请写"T"；如果错误，写"F"，并修改划线部分。

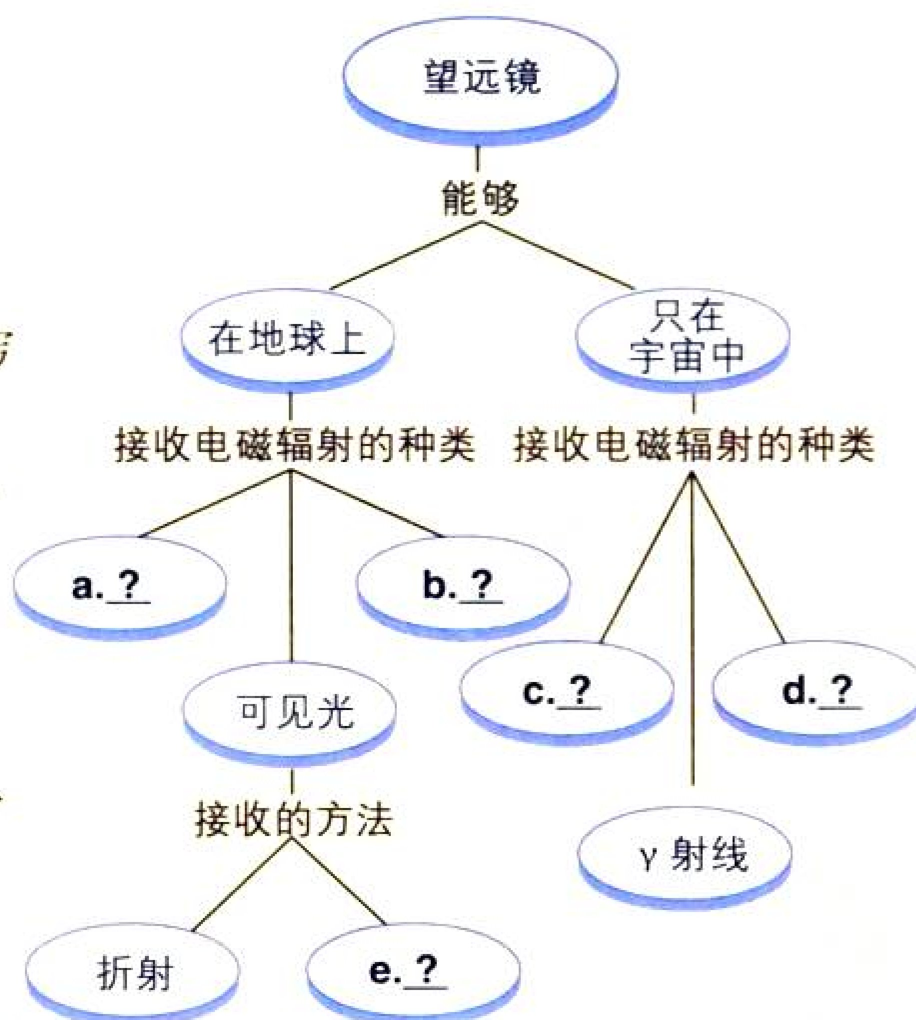
6. γ射线、X射线、紫外线、可见光、红外线和无线电波组成了赫罗图。
7. 太阳是一颗主序星。
8. 脉冲星是一种中子星。
9. 超过半数的恒星是单星。
10. 根据大爆炸理论，宇宙已经诞生了100～150亿年了。

简述题

11. 电磁波谱内包括了哪些种类的电磁辐射？
12. 通过对恒星光谱的研究，天文学家们能够获得哪几种信息？
13. 描述一下当太阳耗尽核燃料后，将会发生什么情况。
14. 为什么天文学家看到仙女座的旋臂要比看到银河系的旋臂更清楚？
15. 描述一下太阳的形成过程。
16. **科技写作**　假设你拥有一架比光速还快得多的宇宙飞船。写一篇描述从地球出发的三个旅行目的地的小说：首先去太阳以外的最近的恒星，其次去银河系中心，接着去一个最近的旋涡星系。

形象思维

17. **完图填空**　把使用望远镜的概念图抄录在纸上，然后填好空格，再加上一个标题。（如果想知道概念图的更多信息，请参考"技能手册"。）



运用技能

用下表中关于星系运动的数据，回答18～20题。

星系团	距离（百万光年）	速度（千米／秒）
室女座	80	1 200
大熊座	980	15 000
牧夫座	2 540	39 000
长蛇座	3 980	61 000

18. 绘制图表 画一个曲线图说明每一个星系团离银河系的距离与它的运动速度之间的关系。距离用 x 轴表示，速度用 y 轴表示。

19. 分析数据 星系的距离和运动速度有怎样的关系？

20. 归纳 你的曲线图显示出宇宙在膨胀、在收缩，还是保持着原有的体积？请解释。

理性思维

21. 因果推断 每三天似乎就有一颗小的恒星消失，但是仅仅6个小时后又会重现。根据此信息，导致小恒星消失的原因是什么？

22. 应用概念 描述一下现实生活中绝对星等和视星等的情况。（提示：想一想夜里开汽车的情形）

23. 对比 比较中等型恒星和巨星的生存历史。它们有何相似点？有何不同点？

24. 归纳 知道宇宙膨胀的速度，天文学家能对大爆炸了解些什么？

25. 应用概念 光年是长度单位，还是时间单位？请解释。

学习评估

课题3 总结

成果展示 检查一下最后一稿中的语法、标点和用词，做一些必要的更改，然后决定如何来展示一个你的星座故事。例如，你可以用海报的形式展示星座、星座的形状和你写的故事。你也可以用幽默短文的形式来大声朗读，或是以剧本的形式来表演。

思考与记录 这个项目给了你一个研究信息的机会，然后你可用文字表述出来。在你的文章中，写出你认为在研究和写作时最容易和最难的地方。

实践活动

学校 编一本连环画，向低年级学生解释光年是什么。请先解释什么是距离，然后讨论短距离旅行花多长时间，接着讨论更长距离旅行，例如到太阳和到另一颗最近的恒星的旅行。用简图和日常生活中的例子帮助低年级学生理解。

火星之旅

小巧的六轮小车缓缓地驶下
登陆器的陡峭斜板，登上了火星表面。
地球上的科学家们屏住呼吸
“旅居者”号随即翁翁响着开始工作。



“旅居者号”探测器成了1997年“探路者号”宇宙飞船任务中的明星。加州帕萨区喷气推进实验室的工程师们在地球上用远程遥控来操纵这个漫游者。它在岩石上滚动前进，以采集科学数据，检测每块岩石的矿物质成分。地球上，“探路者号”研究小组用巴纳科·比尔，斯库比·杜和卡斯帕这样的卡通人物的名字来给那几块岩石命名。他们把一块形状如熊的岩石叫做约基。

“探路者号”曾在火星上一个从未被近距离观测的地区登陆。登陆器拍摄到了有关火星地貌以及日出日落的照片。由太阳能电池板供电维持其工作的“探路者号”，为地球上的科学家们传回大量信息以供分析。此次任务只是众多旨在研究火星地貌的任务之一。

“旅居者号”探测器的体积大约和一只微波炉差不多，图中它正在探索岩石遍布的火星地表。图为它正巧碰到了被科学家们称为约基的那块岩石。电子图像是由“探路者”号宇宙飞船从火星传回地球的。





苏乔娜·特路丝(上图)，一位为反对奴隶制度而慷慨发言的人，以及维勒莉娅·安布洛丝(右图)。

名字的荣誉

你想为一艘宇宙飞船命名吗？一个来自美国康涅狄格州的13岁学生得到了这个机会。维勒莉娅·安布洛丝用了"苏乔娜"作为"探路者号"小型探测器的名字；1997年，"探路者号"用于探索火星的表面。在一次由美国国家航空航天局资助的竞赛中，维勒莉娅以最佳命名一文获胜。共有3800名学生参加了这次竞赛。

维勒莉娅是用19世纪40～50年代的非裔美籍改革家苏乔娜·特路丝的名字给"旅居者号"命名的。以下是维勒莉娅·安布洛丝的文章。

"探路者号"的名字就应该是苏乔娜·特路丝。我挑选苏乔娜这个名字，是因为她是黑人英雄，是奴隶们的英雄，也是妇女们的英雄。她按照自己对生活及应有的生活方式的强烈感情而活着。上帝和信仰是她最重要的朋友。她最大的业绩可从她朋友为她的一生经历所写的一本传记中找到，该书记述了她先后同林肯总统和格朗特总统的两次会见、她的演讲和游记、她在美国南北战争时期在医院为士兵的服务工作，以及她的聪明才智(尽管她是文盲)。她去各处旅行并传播真理。她的雄辩使得她简简单单的语言和互相的理解打动了人们的心。

用苏乔娜·特路丝的名字来命名"探路者号"是合情合理的。因为她是在探索火星真理的旅途上。"探路者号"应该有自己鲜明的个性。这样才能度过像在火星上一样的艰难境地。在她一次次的旅途中，特路丝风餐露宿，几多坎坷！回顾往昔，她曾是一个奴隶，备受多少磨难与艰辛！

就像苏乔娜那样，"探路者号"应该能够在已有条件下生存下去。她不需要任何额外设备来维持生存。"探路者号"能用她的脚，比如轮子来行走，苏乔娜就凭着她的两条腿走过了千山万水。

要去研究火星，"旅居者号"(sojouner英语的原意)首先应该得到她能找到的有关火星的信息。她总是努力去进一步明确她为之奋斗的事业。她一旦掌握了火星的信息，便会用这种火星的信息对火星作更多的研究并且以此来充实自己。她会对她想要做的事或觉得需要做的事做出快速的反应。她工作中的才能在火星上同样会得以体现，她会慷慨陈辞，也会扎实行动。

你必须承认，苏乔娜和"旅居者号"都很重要。

语言艺术活动

你有机会为火星上第一个研究站命名，以表彰一位在科学探索或研究中做出突出贡献的重要人物。对你心目中的男女英雄作一番调查研究，然后写一篇具有说服力的论文，解释火星上第一个研究站要以他(或她)的名字来命名的原因。

科学



一位画家构想了一幅人类将来在火星表面布满岩石的平原上行走的景象。

生存要素

当你走出宇宙飞船，踏上略呈粉红色天空映衬下的红色尘土时，你该知道为什么把火星称为“红色行星”的理由了吧？空气中的水蒸气组成了稀薄的云，甚至只能称之为雾。因为这里的空气实在是太稀薄了，所以阳光就可以直射而下。这里的风也挺大的，微红的尘埃富含铁质，被风刮得像厚厚的云层，团团包围着你。

假如你不穿密封的宇航服的话，你就无法在火星稀薄的空气中生存。不像地球上有一层厚厚的大气层，火星上的大气层不能抵挡有害的紫外线。你还必须带上氧气，因为火星上的空气含有95%的人类不能呼吸的二氧化碳。

你的宇航服必须能保暖，因为即使是在火星的赤道线上，白天的温度也很少高过冰点。到了晚上，气温会骤降至零下100℃。在火星上，行走要十分小心，因为火星上的引力小，你的体重也只有地球上的38%。

科学活动

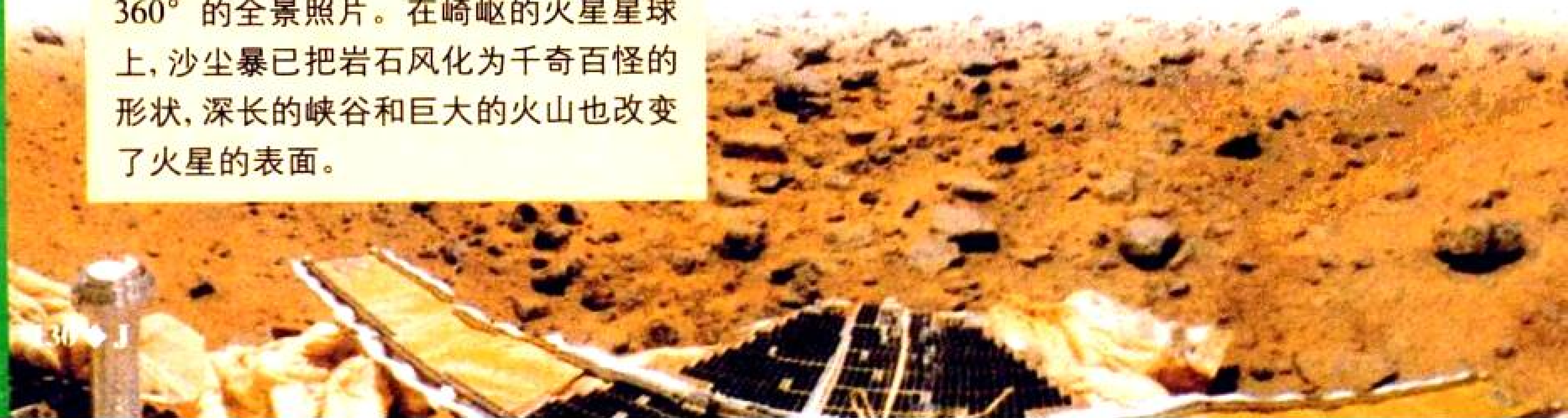


要居住在火星上，人类必须种一些适合自己吃的植物。有一种实验方法叫无土栽培——植物主要是种在水中，不需要一点土。准备两个盆子，分别种上西红柿苗或辣椒苗。

- 决定控制哪些变量。
- 在其中一个盆子里，只用水和养料，并用铁丝网来支撑所种的植物。
- 在另一个盆子里，把沙子或砾石培于植物根部，接着再加上水和养料。
- 记下植物在2～3个星期内生长的速度和直立的高度。

哪一种方法的效果最好呢？你觉得应怎样在火星上进行无土栽培？

这是一幅由“探路者号”拍摄的360°的全景照片。在崎岖的火星星球上，沙尘暴已把岩石风化为千奇百怪的形状，深长的峡谷和巨大的火山也改变了火星的表面。







宇航员沙依·卢西德和一名俄罗斯宇航员在“和平号”空间站中检查储物柜(如左图所示)。

一名俄罗斯宇航员正漂浮在太空中，修理“和平号”空间站上的装备(如上图所示)。

太空中的伙伴

很多工程师和科学家深信，人类在未来25年的某一天将会登上火星。同时，人们也从宇航员们乘坐航天飞机和俄罗斯“和平号”空间站作太空旅行中预测了一些相关情景。“和平号”是在1986年被送入太空的。

在过去的一段时间里，美国和俄罗斯一直在为将航空器送上太空而相互竞争。而近来，俄美两国已在“和平号”空间站上建立了合作关系。1997年，美国人顶替了空间站所有特种岗位。他们和俄罗斯宇航员们合作，解决各种问题，修理大小设备，进行太空行走以及操作空间站的计算机。

那么，来自不同国家的宇航员，是如何在同一艘狭小的太空舱中一起生活工作的呢？除了文化及语言的差异，俄美两国的宇航员们所受的训练不同，使用的设备不同，甚至连他们所穿的宇航服也都是不同的。

由于“和平号”是一个使用多年的空间站，所以宇航员们对以往事故的维修已习以为常了。这些技能对于诸如飞往火星等的长途飞行尤显重要。

所有在“和平号”空间站中的经历都是通往正在建造的国际空间站的第一步，同时，也可能是对火星探险的前奏。

社会研究活动

第一批去火星的旅行可能至少要花6~8个月。可以想象，在一艘大小如同校车的太空船里呆上7个月将会遇到多少困难。为此，你要为旅途制定规章和计划。请为5位分别来自2个国家的宇航员订个计划。考虑以下事项：

- 由谁来作出决策，下达命令。
- 彼此间该如何交流沟通。
- 如何适应对方不同的生活习惯和背景。
- 如何避免单调乏味的生活。
- 如何解决工作人员之间的矛盾冲突，如何解决与地面制订宇航使命的科学家们的冲突。



火星日

火星是一个与地球非常相似的行星，但是它的体积比地球小，又比地球离太阳更远，加之其不同的运行轨道，因而就导致它与地球的巨大差异。火星的一天，称之为“火星日”，仅比地球的一天长40分钟左右。但火星上的一年却比地球上的一年长得多，达669个火星日。

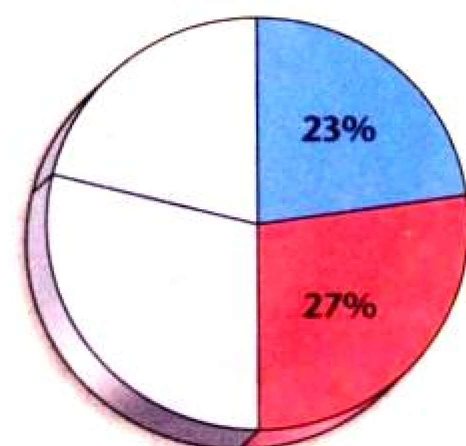
火星与地球一样，其自转轴也是倾斜的，因而它也有季节变化。火星上的每一个季节都比地球上的季节要长，因为火星上的一年要比地球上的一年长。由于火星轨道的形状，使得它每一个季节的长度不一（见右下表）。

火星上南半球的气候比起北半球的气候更加极端。南半球的冬天更为漫长和寒冷，但夏天既短暂又温暖。比如，在南半球，冬季达177个火星日，但在北半球，冬季只有156个火星日。

季节的变化影响了火星的南北两极，其两极都被由水和二氧化碳组成的冰冠所覆盖。南半球的冬季里，南极极地冰冠几乎覆盖了半个南半球。这里的冰主要是由二氧化碳凝结而成，就像干冰一样。在春季，一部分冰冠会融化，向空气中释放二氧化碳。同样地，当春季来到北半球的时候，北极的冰冠也会融化。但在北半球，这些极地冰冠主要是由水结成的冰构成的。

覆盖火星北极地区的冰冠。

火星的北半球

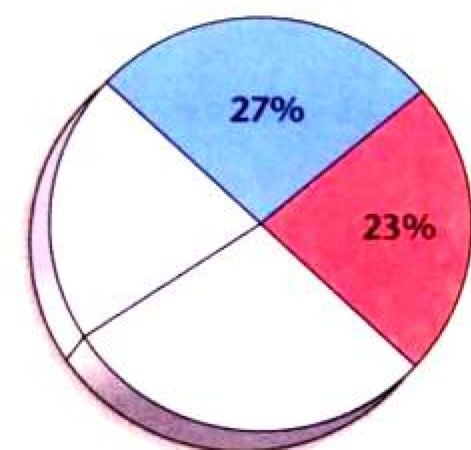


冬季　夏季
?　?

火星上季节的天数（火星日）		
	北半球	南半球
冬季	156	177
春季	194	142
夏季	177	156
秋季	142	194

太阳从火星地平线上升

火星的南半球



冬季　夏季

?　?

数学应用活动

在火星上工作的人们很可能要以火星时间来进行工作。要知道火星的一年有699天(火星日)。要弄清楚一个季节到底有多少个火星日，你要计算得出火星上冬季在一年中所占的百分比。比如，火星的冬季在北半球的百分比为：156火星日 ÷ 669火星日 ≈ 0.233 ≈ 23%

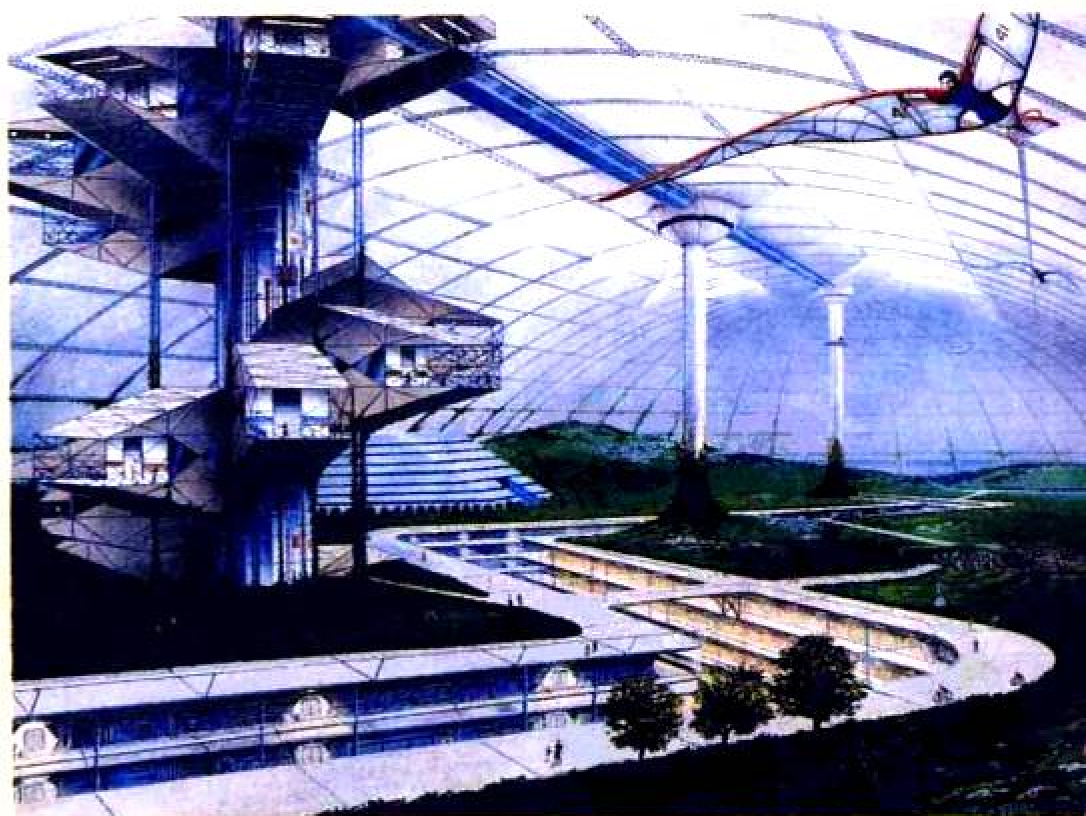
- ◆ 根据132页的表计算出火星的南北半球上的冬季、春季、夏季以及秋季各个季节所占的百分比，保留两位小数。
- ◆ 画两张如132页与133页的饼图。标好季节、涂上颜色并写出在南、北半球中各个季节分别所占的百分比。用不同颜色表示不同季节。
- ◆ 如果你有选择机会的话，你将选择在哪个半球生活？

链　接

设计一个火星研究站

最终，你将在火星上建立第一个人类研究站。为了这种长期的考察，周密计划是非常必要的。回顾一下火星给人类带来的一系列主要问题，诸如空气稀薄、没有氧气、极端的气温等。要知道向火星运送许多供给，代价是十分昂贵的。因此分组制定建立火星研究站的计划。这个计划应包括画出地图和设计图。在设计这一方案时，你需要考虑如下问题：

- ◆ 如何提供氧气、水和燃料？
- ◆ 你将选择在哪一地区居住？要考虑到火星上的环境及气候条件。
- ◆ 你将携带哪些供给品？
- ◆ 你将使用何种建筑材料？
- ◆ 你将获得何种食物？如何获得？



这幅画显示了一位画家关于人类在其他行星上的居所的想象。

像科学家那样思考

也许你没有意识到，其实你每天都在像科学家那样思考。当你提出一个问题，并去寻找各种可能的答案时，会用到许多科学家们也在使用的技能。下面就来介绍其中的一些技能。

观 察

当你用一种或多种感官去搜集有关这个世界的信息时，就是在**观察(observe)**。聆听狗的叫声，数十二颗绿色的种子，或是闻飘来的气味都是在进行观察。科学家们为了提高他们感官的灵敏度，有时还需要使用一些辅助工具，比如显微镜、望远镜等，使观察更为详尽。

观察必须真实和准确，即必须如实反映所感知的事物。在探索科学时很重要的一点，就是要把观察到的内容仔细地记录在笔记本上，可以通过文字描述或者绘图等多种形式。通过观察得到的信息称为证据，或者说是数据。

推 论

当你对观察到的现象做出解释时，就是在做出**推论(infer)**，或者说进行推理。例如，当听到你家的狗在“汪汪”直叫时，你可能会推想有人正在你家门外。要做出这个推论，你需要把现象——狗叫声——以往的经验知识，即当有陌生人接近时狗往往会叫——结合起来。只有这样，才能得出符合逻辑的结论。

要注意，推论不一定就是事实！它只是对现象的多种可能解释中的一种。比如你的狗也可能因为想出去散步而直叫。哪怕是根据正确观察和逻辑推理而做出的推论，最后仍然可能会发现它是错的。要证明推论正确，惟一方法就是再进行进一步的调查。

预 测

气象预报会对第二天的天气做出许多预测——温度将会是几度、是否会下雨、风力有几级。预报员用观察和关于气象变化的知识来预测天气。这种**预测(predication)**技能实际上是根据现有证据和既往经验对将来的事件做出推论。

由于预测是推论的一种，所以它也有可能会出错。在上科学课时，你可以通过实验来检验预测的正确性。例如，假定你预测大的纸飞机能比小的飞得更快，那么该怎样来检验你的预测呢？



活 动 看这张照片，回答下列问题。

观察 仔细看照片，然后列出至少三条观察到的信息。

推论 通过观察，对所发生的事情作一推理。你是用了什么经验或者知识来做出这一推理的？

预测 预测接下来会发生什么。你的预测是基于什么证据或者经验的？

分类

你能想像在一个排列无序的图书馆里寻找一本书是怎样一种情形？恐怕你一整天时间都得花在找书上了。幸运的是，图书管理员会把相同主题或者同一个作者的书归类到一起。把某些特征相似的物体归类到一起的方法称为**分类(classify)**。你可以根据大小、形状、用途和其他一些重要特征来进行分类。



科学家们也像图书管理员一样，用分类的方法把信息或者事物有序地组织起来。对事物进行分门别类以后，它们互相之间的关系就变得清晰易懂了。

> **活动** 根据你所选择的一种特征，把照片中的这些水果分成两类。然后再选择另一种特征，把它们分为三类。

建立模型

> **活动** 这个学生在用模型来演示地球上的昼夜是怎样产生的。请问模型中的手电筒和网球分别代表什么？

你是否曾经用过画图的方法来帮助别人理解你所说的意思?这样的图画就是一种模型。模型是用来显示复杂事物或过程的表现手段。如图画、图表、计算机图像等。**建立模型(making model)**能帮助人们理解他们无法直接观察到的事物。

科学家们经常用模型来代表非常庞大或者极其微小的事物，比如太阳系中的行星、细胞的细微结构等。这些模型是物理模型——能直观反映真实物体形状的图画或三维结构。另外还有一些抽象模型——能描述事物活动规律的数学方程式或者描述性文字。

交流

当你在打电话、写信或听老师讲课时，都是在进行交流。**交流(communicate)**就是与其他人交换看法、分享信息的过程。有效的交流需要许多技能，包括听说读写以及建立模型的能力。

科学家们通过交流来了解彼此的研究成果、信息和想法。他们经常通过科学期刊、电话、书信以及互联网络来交流他们的工作。他们还通过参加各种学术会议来交换看法。

> **活动** 在一张纸上详细清楚地写下你系鞋带的各个步骤，然后与你的同学交换，再按照他写的步骤来系鞋带。你能按他的方法系好鞋带吗？如果要把步骤说明得更清楚些，你的搭档还应该再做哪些改动？

动手测量

当科学家们进行观察时，仅仅得出结论说某件东西“大”或者“重”是不够的。他们必须用工具来测量这个东西究竟有多大或多重。通过测量，科学家能把他们的观察结果表达得更为精确，在交流时就能给出更多的信息。

使用国际标准计量单位

全世界科学家通用的标准计量系统是**国际标准计量单位（International System of Units，简称SI）**。SI的单位使用方便，因为它们都是十进制的。每一个单位都是它下一级单位的十倍，同时也是上一级单位的十分之一。右表中列出了SI单位最常用的一些前缀。

SI单位的常用前缀

前缀	符号	含义
kilo-（千）	k	1 000
hecto-（百）	h	100
deka-（十）	da	10
deci-（分）	d	0.1（十分之一）
centi-（厘）	c	0.01（百分之一）
milli-（毫）	m	0.001（千分之一）

长度 衡量长度或者两点间距离的单位是**米（meter，简写m）**。1米大约是从地板到门把手的距离。较长的距离（比如两个城市之间的距离）要用**千米（kilometer，即公里，简写km）**来衡量。较短的距离则用**厘米（centimeter，简写cm）**或**毫米（millimeter，简写mm）**。科学家通常用米尺来测量长度。

常用换算
1km = 1 000m
1m = 100cm
1m = 1 000mm
1cm = 10mm



图中米尺上的长线表示厘米刻度，没有标数字的短线表示毫米刻度。这个贝壳有几厘米长？相当于几毫米？

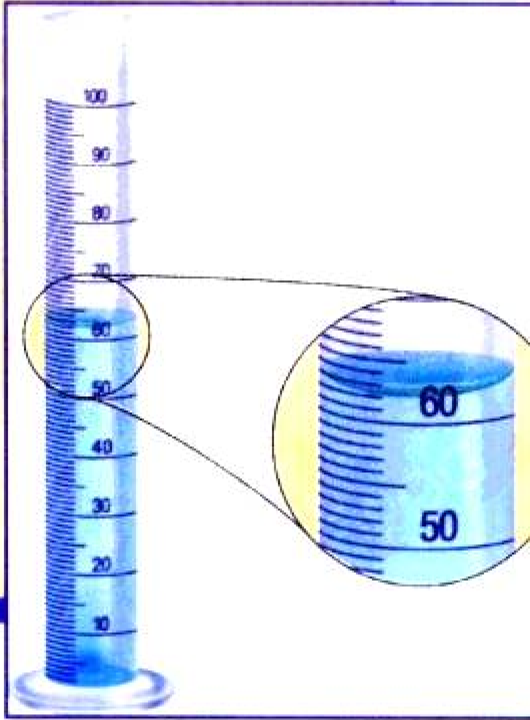


液体的体积 液体的体积，或者说液体所占空间的大小以升（liter，简写L）为单位。一升大概相当于一个中等盒装牛奶的大小。较小的体积往往以毫升（milliliter，简写mL）为单位。科学家通常用带有刻度的量筒来测量液体的体积。

常用换算
1L = 1 000mL



图中的量筒以毫升为刻度。注意，量筒中的液面总会有一个弧度，因此又叫做凹面。测量体积时必须在凹面的最低点处读数。问这时量筒中水的体积是多少？



质量 测量质量(一个物体中物质的量),需要用到的单位是**克(gram**, 简写**g)**。1克大约是一个回行针的质量。较大的质量要以**千克(kilogram**, 简写**kg)**为单位。科学家通常用天平来测质量。

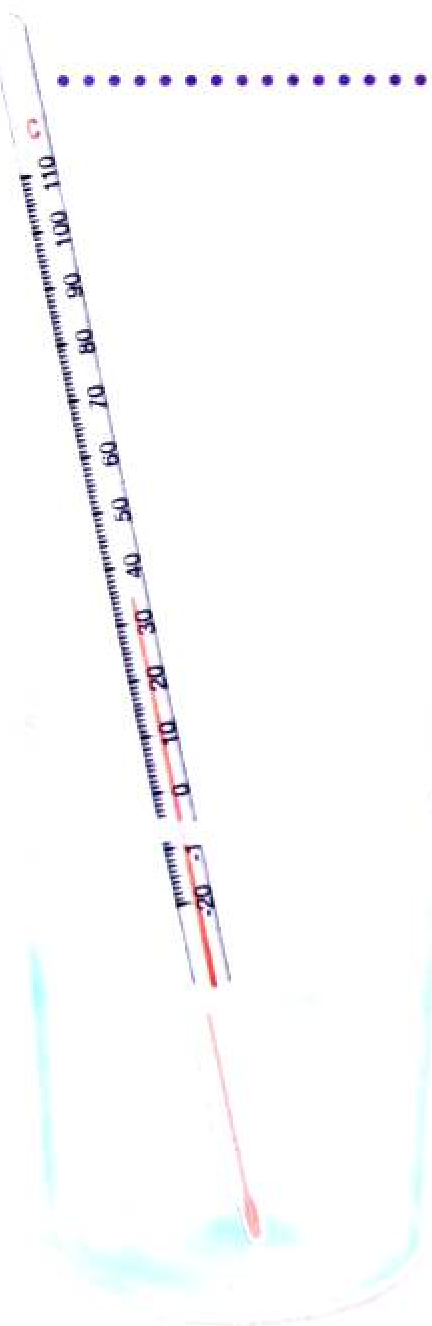
常用换算
1kg = 1 000g



活动

图中测量苹果质量的电子天平的单位是千克。请问这个苹果的质量是多少？假设制作一种苹果酱需要一千克苹果，那你大约会需要几只苹果？

温度 测量物体的温度需要用到**摄氏度(Celsius-scale)**。用摄氏温度计来测量物体温度就可以得到以摄氏度(℃)为单位的数值。水在0℃结冰，在100℃沸腾。



活动

图中液体的温度是几摄氏度？

SI单位的换算

使用SI单位必须懂得如何进行单位之间的换算，这需要用到**计算(calculating)**的技能。SI单位的换算与人民币元角分之间的换算是相似的，它们都以十进制为基础。

假设你要把80厘米换算成米，可以按照以下步骤进行换算。

1. 先写下要换算的测量数据——在本例中是80厘米。

2. 然后写出换算系数，代表要换算的两个单位之间的关系。在本例中，关系式为1米＝100厘米。将换算系数用分式来表示，注意把要转换的单位(在本例中为厘米)写在分母上。

3. 把要换算的测量数据与这个分式相乘。这样，原来数据的单位就与分母上的单位相消。其结果的单位就变成你想要换算成的单位了(本例中为米)。

例:

80厘米＝__?__米

$$80\ \text{厘米} \times \frac{1\ \text{米}}{100\ \text{厘米}} = \frac{80\ \text{米}}{100} = 0.8\ \text{米}$$

活动

换算下列单位

1. 600毫米＝__?__米
2. 0.35升＝__?__毫升
3. 1 050克＝__?__千克

科学研究

从某种角度来说，科学家们就像侦探一样，把各种线索拼凑起来弄清事情的来龙去脉。他们收集线索的途径之一就是开展科学实验。实验能够审慎、有序地检验科学家的想法。虽然并不是所有的实验都遵循相同的步骤和顺序，但其基本模式大多与下列所描述的相近。

提出问题

实验是从提出一个科学问题开始的。科学问题是指能够通过收集数据而回答的问题。例如，“纯水和盐水哪一个结冰更快？”就是一个科学问题，因为你可以通过实验收集信息并给予解答。

提出假设

第二步是提出一个假设。假设是对实验结果的预测。和所有的预测一样，假设是建立在观察和以往的知识经验上的。但与许多预测不同的是，假设必须能够被检验。严格的假设应该采用“如果……，那么……”的句式。例如，“如果把盐加入纯水中，那么这水会需要更长的时间才能结冰”就是一个假设。这样的假设其实就是对你要进行的实验的一个粗略概括。



实验设计

接下来需要设计一个实验来检验你的假设。在计划中应该写明详细的实验步骤，以及在实验中要进行哪些观察和测量。

设计实验时涉及到两个很重要的步骤，就是控制变量和给出可操作定义。

控制变量 在一个设计良好的实验中，除了要观察的变量以外，其余变量都应始终保持相同。**变量(variable)**是指实验中可以变化的因子。其中人为改变的因子称为**自变量(manipulated variable)**。在这个实验中，往水里加盐的量就是自变量。而其他的因子，比如水的量、起始的温度，都应保持不变。

随着调节变量变化而变化的因子称为**因变量(responding variable)**。因变量是为了得到实验结果而需要观察或测量的指标。这个实验中应变量就是水结冰所需要的时间。

除了一个因素以外，其余因素都保持不变的实验叫做**对照实验(controlled experiement)**。绝大多数对照实验都要设立参照，本实验中的容器3就是参照。由于容器3中的水没有加盐，因此就可以拿另外两个容器的结果和它作比较。两者结果之间的差别，都可以归结为是加入了盐的缘故。

操作性定义 设计实验的另一个重要方面就是要有清楚的操作性的定义。**操作性定义(operational definition)**是指一个说清楚某个变量该如何进行测量，或者某个术语该如何定义的陈述。例如本实验中，如何来确定水是否结冰呢？你可以在实验开始前向每个容器中插入一根搅拌棒。对于“结冰”的操作性定义就是搅拌棒不能再移动的时候。

实验步骤

1. 在三个相同的容器中分别加入300毫升冷自来水。
2. 容器1中加入10克盐，充分搅拌；容器2中加入20克盐，充分搅拌；容器3中不加盐。
3. 把三个容器同时放入冰箱。
4. 每隔15分钟检查一下容器，并记录你的观察结果。

分析数据

实验中得到的观察和测量结果称为数据。实验结束时要对数据进行分析，看看是否存在什么规律或趋势。如果能把数据整理成表格或者图表，常常能更清楚地看出它们的规律。然后要思考这些数据说明了什么。它们能不能支持你的假设？它们是否指出了你的实验中存在的缺陷？是否需要收集更多的数据？

得出结论

结论就是对实验研究发现的总结。在下结论的时候，你要确定收集的数据是否支持原先的假设。通常需要重复好几次实验才能得出最后的结论。但得出的结论往往会使你发现新的问题，并设计新的实验来寻求答案。

活 动

球反弹的高度是不是会受它落下的高度的影响？请按上述所说的步骤，设计一个对照实验来研究这个问题。

理性思维

你的朋友是否曾经就某个问题来征求你的意见？如果是的话，你也许已经通过逻辑的方式来帮助他理解问题了。也许你自己并没有意识到，你这样做其实就是在用理性思维的技能在帮助朋友。理性思维是指在解决问题和做出判断时使用推理和逻辑。下面就来谈谈一些理性思维的技巧。

比较与对比

当你想要寻找两件事物的相同和不同之处时，就需要用到**比较(compare)**与**对比(contrast)**的技能。比较是指找出相似性，即共同特征。对比是指找出不同点。用这种方法来分析事物能帮助你发现一些平时容易忽略的细节。



活动 将照片中的两只动物进行比较与对比。先列出你观察到的所有相似之处，再列出所有不同之处。

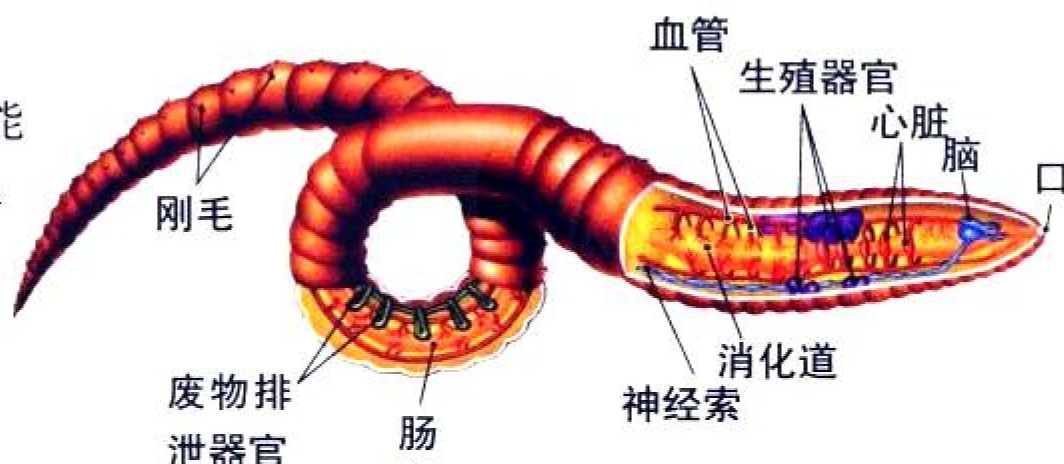
运用概念

运用概念(applying concept)技能就是要用有关某一情况的知识来理解另一种相似的情况。如果你能把原来的知识活用到另一种情况，这表明你已经真正理解了这个概念。在考试时，即使题目和原来课堂上讲的不完全一样，你也可以用这个技巧来应对自如。

活动 前面刚刚学过，如果把其他物质掺入水中，结冰就会需要更长的时间。请用这个原理来解释，为什么冬天人们要把一种称为"抗冻剂"的物质加入汽车散热器里。

理解图表

教科书中的图表、照片和地图能帮助你理解课文。这些插图形象地显示了某些过程、位置或者想法。**理解图表(interpreting illustration)**技能可以帮助你从这些视觉元素中学到知识。要理解一张插图，必须多花一些时间仔细看插图和附带的所有文字信息。插图的说明含有图中的重要概念。图注指出了图中的关键部分。而图例则说明了图中各种符号的含义。



▲ 蚯蚓的内部解剖结构

活动 仔细研究上图，然后写一段话来描述你从图中得到的信息。

因果推断

如果一个事件能导致另一个事件发生，那么就说这两者之间存在因果关系。**因果推断（relating cause and effect）**技能就是要判断两个事件之间是否存在因果关系。例如，如果你发现皮肤上起了一个红肿块并且发痒，你就可能推理出这是被蚊子叮咬的。蚊子叮咬是因，肿块是果。

但是有一点很重要——不能光凭两个事件一起发生，就判断它们之间存在因果关系。科学家会通过实验或者根据以往的经验，来判断因果关系是否存在。

活动 在野营时，你的手电筒突然不亮了。试列出手电筒失灵可能的原因。你怎样来判断是什么原因导致手电筒不亮的？

归 纳

归纳（making generalization）是指根据局部信息来推断总体信息的技能。要做出正确的归纳，从总体中选出的样本就必须足够大而且具有代表性。你在买葡萄时就可以试着使用归纳技能。先拿几颗葡萄来尝一尝，如果都很甜，就能归纳出所有的葡萄都是甜的——这时就可以放心地买上一大串了。

活动 有一组科学家要判断某个大水库里的水是否可以安全饮用。这时可以应用归纳法吗？他们应该做些什么？

做出判断

做出判断（making judgment）就是评估某件事情的好坏对错的技能。例如，在你决定吃健康食品或在公园里捡起一张废纸时，就用到了判断。做出判断前，需要全面地考虑到事情的正面与反面，并明确自己持有什么样的价值观和标准。

活动 你认为儿童或青少年骑自行车时是否应该带头盔？为什么？



解决问题

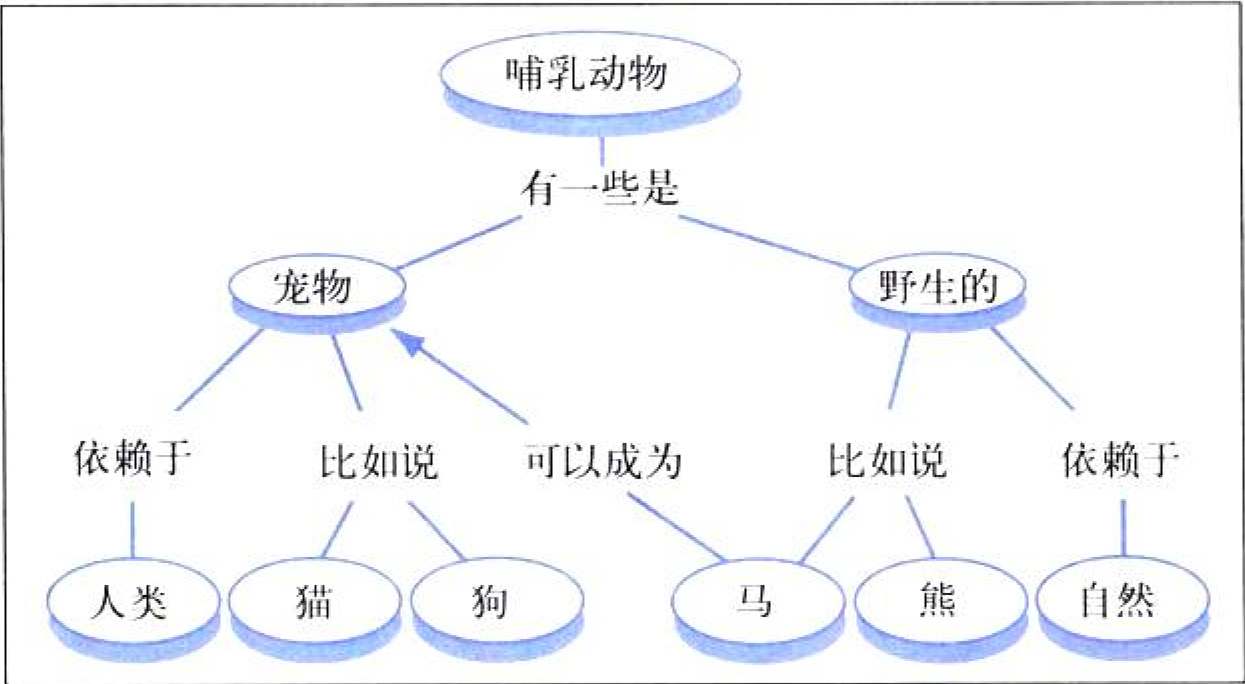
解决问题（problem solving）就是运用各种理性思维的技巧来解决事情或决定行动的技能。有一些问题简单而直接，比如把分数转化为小数。另一些问题更为复杂，比如弄清计算机为什么不能正常运行。解决某些问题可以用尝试法，即先尝试一种解决方案，如果不行，再试另一种。还有一些有用的解决策略，包括建立模型、和同伴一起商讨可行的办法等。

信息处理

在读这本书时，你怎么能够清楚地了解其中包含的全部信息呢？下面就介绍一些处理信息的实用工具。这是一些图表，它们能使你对某个主题产生一个形象的概念，并明了其中一些重要概念之间的关系。

概念图

概念图在对一些概念较多的主题进行整理时是十分有用的。它从总的概念出发，逐步展开，显示出大概念是如何被分解成一个个小概念的。这样整理之后，各个概念之间的关系就更清晰易懂了。



概念图是由写在圆圈中的概念(通常是名词)和连接它们的联系词构成的。最具概括性的概念常常位于图的顶端，越往下，概念的范围就越小。写在两个圆圈连线上的连接词通常用来描述两者之间的关系。一般要求在从上向下把概念——连接词——概念连起来时，读上去应该就像一句句子。

有些概念图还会用连接词来连接位于不同分支上的两个概念。这称为交叉连接。交叉连接显示了概念之间更为复杂的内在联系。

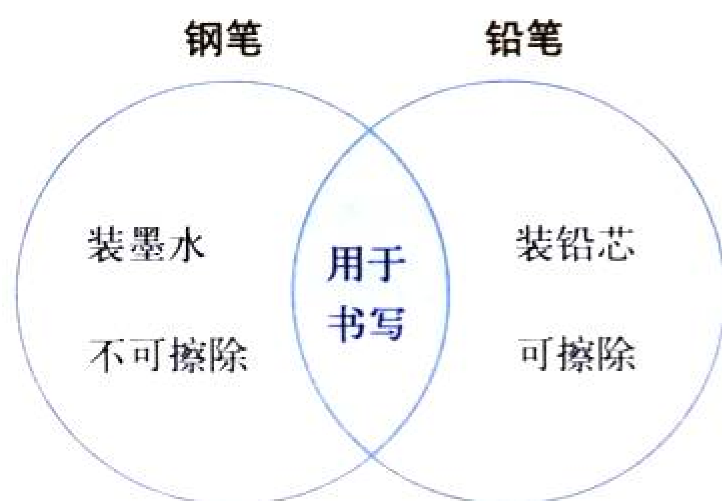
比较／对比表

比较／对比表是比较两种以上事物的异同点时很有用的工具。它能提供一个有序的框架，根据你所需要了解的特性对事物进行比较。

建立比较／对比表时，首先把要比较的事物列在表格的顶端。然后，把作比较所依据的特性列在左侧的一栏中。最后，把每件事物关于各个特性的信息填入相应的格子里。

特　性	棒　球	篮　球
队员人数	9	5
场地	棒球场(正方形)	篮球场(长方形)
设施装备	球棒、棒球、棒球手套	篮球架、篮球

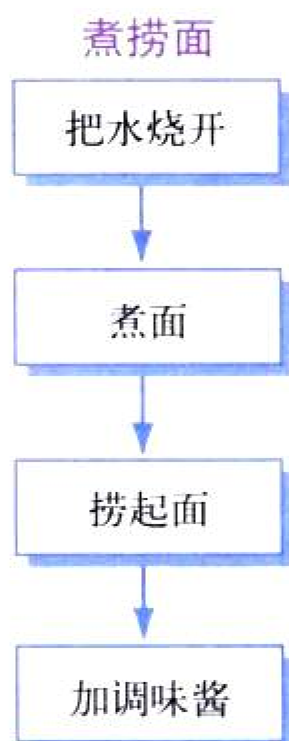
维恩图



维恩图是另一种用于显示事物异同点的方法。它由两个或两个以上互相部分重合的圆组成。每一个圆代表一个特定的概念或观点。概念之间的共同特征(相似点)写在两个圆重叠的区域内，独有的特征(不同点)则写在相应圆中重叠区域以外的部分。

建立维恩图时，首先画两个部分重合的圆。在每一个圆的上方注明它代表的事物。独有的特征写在重叠区以外，而共同的特征写在重叠区内。

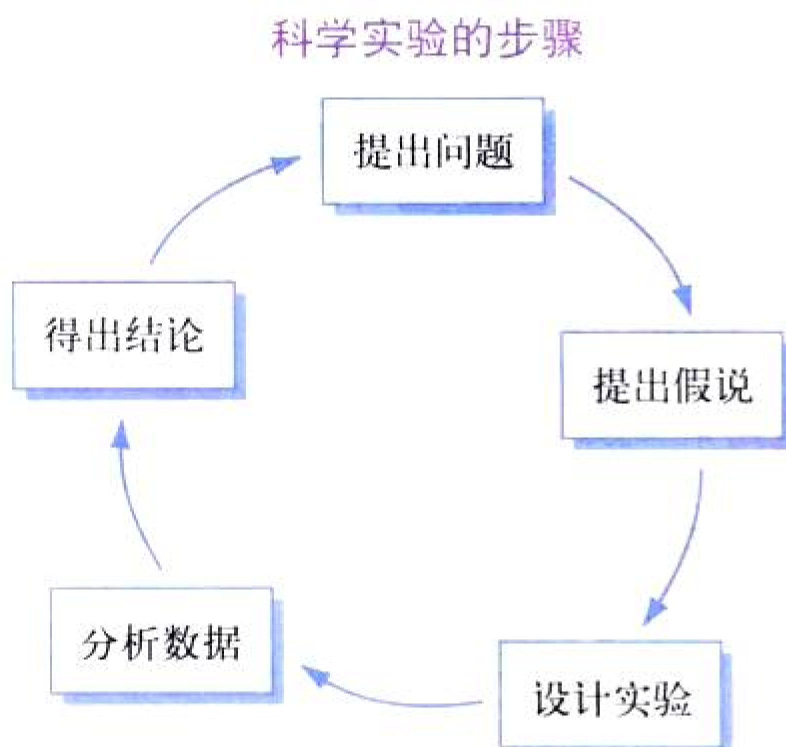
流程图



流程图能够帮助你理解某组事件是按照怎样的顺序发生的。它能有效地概括出某一过程的各个阶段，或某一程序的各个步骤。

建立流程图时，首先把每个事件简要地写在方框中。然后把最先发生的事件排在最上方，第二发生的事件排在其次，依此类推。最后，把各个事件依次用箭头连接起来。

循环图



循环图用来表示一系列连续循环发生的事件。连续就是指没有终点，因为当最后一个事件结束时，第一个事件又重新开始了。就像流程图一样，循环图也能帮你理解事件的先后顺序。

建立循环图时，首先把每个事件简要地写在方框中。把一个事件排在纸顶部的中间。然后，沿着一个假想圆圈的顺时针方向，按时间顺序依次排列各个事件。最后，把事件依次用箭头连起来形成一个连续的圆圈。

绘制图表

怎样才能使科学实验得到的数据变得有用？第一步就是要对数据进行整理，以便更好地理解它们的含义。图表就是这样一种有用的整理数据的工具。

记录表

在实验准备中，除了要收集好所需的材料以外，还必须设计好用什么方式来记录实验中将会发生的事情。创建一张记录表能帮助你有序地记录观察和测量结果。

例如，某位科学家要进行一项实验，来了解不同体重的人在做各种活动时会消耗多少热量。右边这张记录表就记录了他的结果。

30 分钟活动所消耗的热量(单位：焦)

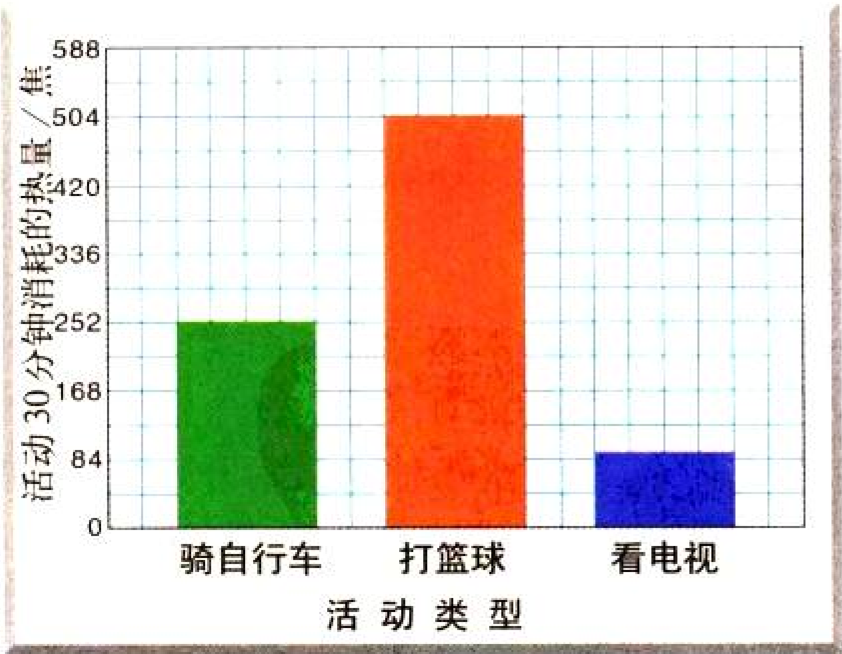
体重/千克	实验 1：骑自行车	实验 2：打篮球	实验 3：看电视
30	252	504	88
40	323	689	113
50	399	865	139
60	479	1 042	160

注意在这张记录表中，第一列是自变量(体重)，第二列至第四列分别是实验1到实验3的因变量(对于实验1，就是骑自行车时消耗的热量)。

柱形图

比较一个人在做不同活动时所消耗的热量差异可以用柱形图。柱形图用于显示一组不同项目的数据。在这个例子中，骑自行车、打篮球和看电视就是三个独立的项目。

30 千克体重的人做不同活动时所消耗的热量



建立柱形图时应遵循以下步骤：

1. 在作图纸上画一条水平线(x 轴)和一条垂直线(y 轴)。

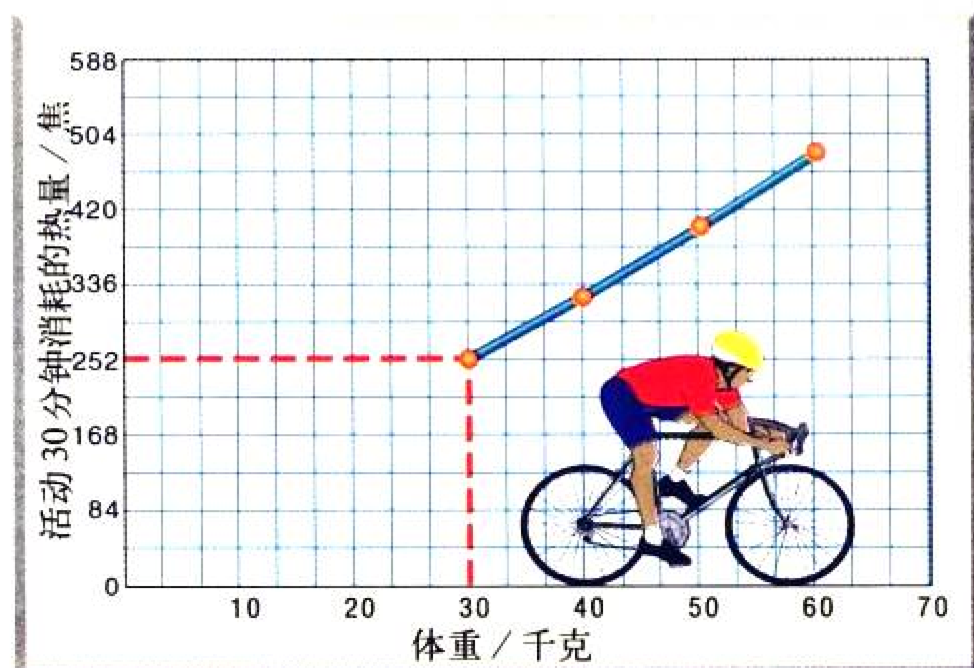
2. 沿x轴列出要作图的各个项目的名称，然后写上x轴的总称。

3. 给y轴写上应变量的名称，并注明单位。然后在y轴上标出刻度，注意单位数值的间距要相同，y轴数值范围要能包含所有的实验数据。

4. 给每一项画一个直条，以y轴上的刻度来决定所画直条的高度。例如，对骑自行车这项而言，就画一个和y轴上标有252焦刻度等高的直条。所有的直条宽度要相同，间距也要相等。

5. 最后给柱形图加上标题。

折线图



你可以用折线图来分析骑车时体重和消耗热量之间是否存在着联系。折线图能用来显示某一变量(因变量)是如何随着另一变量(自变量)而变化的。当自变量是连续性数据时，才能用折线图。所谓连续性数据，就是除了你所测量的点以外还存在其他的点。比如体重就是连续性数据，因为在30千克和40千克之间还有其他的体重值(如31千克)。还有时间也是连续性数据。

折线图是一种十分有用的工具，因为它还能用来预测一些实验中没有测量的数值。例如，可以用这张折线图来估计出，35千克重的人骑车时会消耗286焦的热量。

建立折线图时应该遵循以下步骤：

1. 在方格纸上画一条水平线(x轴)和一条垂直线(y轴)。

2. 给x轴标上自变量的名称，给y轴标上因变量的名称，并分别注明单位。

3. 然后在两条轴上分别标出刻度，注意单位数值的间距要相同，数值范围要能包含所有的实验数据。

4. 把每一个数据在图中所对应的点标出来。上图中的虚线显示出第一个数据点(30千克和252焦)的定位方法。首先经过水平轴上30千克那一点画一条假想的垂直线，再经过垂直轴上252焦那一点画一条假想的水平线。两条线的交点就是要找的数据点。

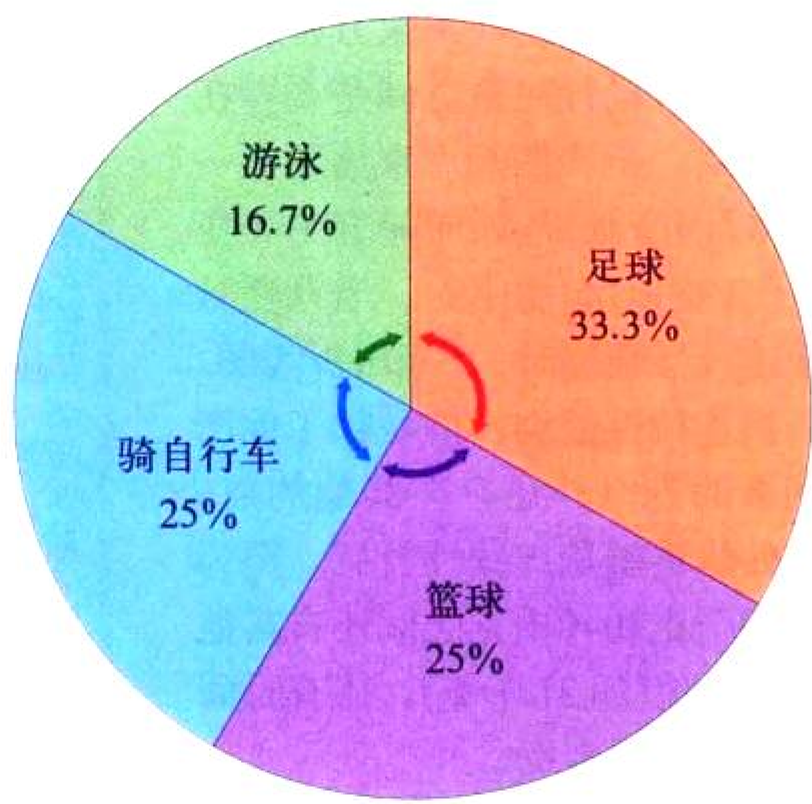
5. 用实线连结各个数据点。在某些情况下，可能需要画一条能反映数据的总趋势的直线，这条线应处于所有点的中间，使线上下方的点大致相同。

6. 最后给折线图加一个合适的标题，说明图中的变量及其关系。

> **活动** 根据记录表中实验2、3的结果各画一张折线图。

> **活动** 报纸上有这样的消息：本地区6月份的总降水量为4厘米，7月份为2.5厘米，8月份为1.5厘米。你认为该用哪种图表来显示这些数据？自己动手在作图纸上把它画出来。

扇形图



像柱形图一样，扇形图也用来表示一组不同项目的数据。但和柱形图不同的是，扇形图只在各个项目的数据总和等于某一整体时才能使用。扇形图有时候也被称为饼图，因为它看上去像一个分成若干小块的饼。圆圈代表了整体，而各个小块则代表不同的项目。每一块的大小能显示出这个项目在整体中所占的百分比。

下面的记录表显示了一次调查活动的统计结果。这次调研向24名青少年了解什么是他们最喜欢的运动，然后用得到的数据创建了右边的扇形图。

最喜爱的运动

运动	人数
足球	8
篮球	6
骑自行车	6
游泳	4

制作扇形图时应该遵循以下步骤：

1. 用圆规画一个圆，并标出圆心。然后从圆心竖直向上到圆周画一条直线。

2. 用下面公式来计算每一块"饼"的圆心角度数 x(注：一个圆的圆心角度数是360)。例如，要算出"足球"这一块的圆心角可以用以下公式：

$$\frac{\text{喜欢足球的学生数}}{\text{学生总数}} = \frac{x}{\text{整个圆的圆心角度数}}$$

$$\frac{8}{24} = \frac{x}{360}$$

用交叉相乘法解出 x。

$$24x = 8 \times 360$$

$$x = 120$$

所以"足球"这一块的圆心角度是120度。

3. 以刚才画的线为角的一边，以圆心为角的顶点，用量角器量出第一块"饼"的角度。然后画出角的另一边。

4. 按照这一方法继续画出其他的几块饼，测量角度时都从上一块的边开始，这样可以避免各个小块互相重叠。最后完成扇形图时，整个圆都应该被填满。

5. 然后计算每一块占整体的百分比。计算时，把每一块的圆心角度数除以整个圆的圆心角度数(360)，再乘以100%，就得到你所要的百分数。例如"足球"这一块可以这样计算：

$$\frac{120}{360} \times 100\% = 33.3\%$$

6. 再给每一块涂上不同的颜色，并标出它所代表项目的名称和所占的百分比。

7. 最后给扇形图加上标题。

活动

假设一个班级有28个人，12人乘车上学，10人步行，另6人骑自行车。试创建一张扇形图来显示这些数据。

实验室安全守则

警示性符号

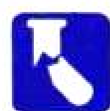
下面这些符号会向你警示实验室中的潜在危险，并提醒你要小心操作。



护目镜 在使用化学药品、燃烧或加热，或在一些有可能打碎玻璃器皿的实验中应该带好护目镜来保护眼睛。



实验服 应该穿好实验服，以避免你的皮肤和衣物受到损伤。



易碎 表示你要用到某些易碎的物品，比如玻璃容器、试管、温度计或漏斗等。使用易碎物品时要格外小心，不要碰玻璃碎片。



隔热手套 表示要使用隔热手套或其他护手用具来拿取很烫的物体。热电炉、热玻璃器皿或者热水会导致烫伤。切勿直接用手触摸烫的物体。



加热 表示可以用夹子或钳子拿取烫的玻璃器皿，切勿用手直接触摸。



锐器 尖头剪刀、解剖刀、小刀、针、别针以及大头针都属于尖锐物体，容易割破或刺伤皮肤。不要把它们的尖端或者刀刃朝向自己和他人。严格按照实验要求来使用锐器。



电击 表示要避免可能遭到电击的情况。不要在水旁使用电器，也不要在电器或者手潮湿时使用。确定电线已经正确连接，并且不会绊倒别人。电器不用时要断开它的电源。



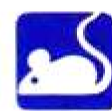
腐蚀性化学药品 表示你将会用到酸或其他腐蚀性的化学药品。尽量避免让它溅到皮肤、衣服上，或者眼睛里。不要吸入挥发出的气体。实验完毕后要洗手。



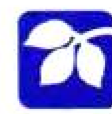
有毒物品 不要让任何有毒的化学品接触到皮肤，也不要吸入它所挥发出的气体。实验完毕后要洗手。



身体安全 如果有些实验需要你做一些运动，注意避免伤害自己和他人。所有活动都要在老师的指导下进行。如果有任何理由使你无法参加此项活动，一定要向老师提出。



动物安全 在对活动物进行操作时，要尽量当心，避免伤害到动物或你自己。处理动物标本或动物脏器时也要小心。实验结束后要洗手。



植物安全 在实验室或野外处理植物时，要遵从老师的指导。如果你对某种植物过敏，那么在做相应的实验之前要告诉老师。避免接触那些有害的植物，如毒常春藤、毒橡树、毒漆树，以及带荆棘的植物。实验结束后要洗手。



燃烧 表示你可能会通过煤气灯、蜡烛或火柴来使用火。把头发束紧，整理好衣服，避免被烧到。听从老师的指导来点燃或熄灭火。



禁火 表示周围可能存在易燃物品，注意不要有任何明火以及敞开的加热源。



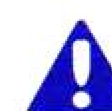
气体 当实验中有可能产生有毒或者不良气体时，一定要在通风的环境下操作。避免直接吸入气体。只有当老师要求你闻某种气味时，才用招气入鼻法(用手把气体朝鼻子的方向扇)去闻。



废弃物处理 实验中用到的化学品和其他实验材料在废弃前要经过安全处理。根据老师的要求把它们放到指定位置。



洗手 结束实验后，要用抗菌肥皂彻底洗手，包括手背和手指间，最后用温水冲洗干净。



常用安全提醒 你以前可能看到过这个符号，它的意思是提醒注意，应该按符号后面的要求去做。

在本书中，当要求你设计实验时，也常出现这个符号，这是要你必须先征得老师同意后，才能进行实验。

实验室安全守则

为了帮助你了解如何在实验室中安全地进行实验操作，请阅读下列安全规定。要反复仔细地阅读这些规定，直到确信自己已完全理解并能遵守为止。如果有不懂的地方，可以请教老师。

穿着规定

1. 当使用化学物品、煤气灯、玻璃器皿或者其他可能伤害眼睛的物体时，一定要戴上护目镜保护眼睛。如果你带了隐性眼镜，要向老师说明。

2. 当使用腐蚀性化学药品或者会染色的试剂时，要穿上实验用围裙或外套。

3. 把长发扎在脑后，避免碰到化学品、火焰或仪器。

4. 如果衣服的饰件或者首饰太长，垂下来时会碰到化学品、火焰或者仪器，请系紧或者摘除。把过长的衣袖卷起来，或用袖带固定。

5. 不能穿凉鞋或者拖鞋。

一般注意事项

6. 在开始实验以前，把步骤反复阅读几遍。注意遵守所有书面的和口头的提示。如果对实验的任何部分还有疑问，要向老师寻求帮助。

7. 不能未经老师分配任务或许可就开始进行实验。做自己设计的实验也要经过同意，在没有获得允许之前不准随意使用任何仪器。

8. 没有老师监督时不准进行任何实验。

9. 不准在实验室里吃东西或喝饮料。

10. 随时保持工作台的干净整洁。只能把笔记本、实验手册、实验记录本带进工作区。其他物品如钱包、背包都要放在指定地点。

11. 不得在实验室中喧闹。

急救

12. 在实验室中发生的事故或者伤害，不论多么小，都要向老师报告。如果发现着火要立即告诉老师。

13. 应学会处理发生的特殊意外。例如，酸溅入眼睛或弄到皮肤上时，应该立即用大量的水冲洗。

14. 要知道急救箱放置的地点，但是不要擅自使用。发生伤害时应该由老师来实施急救。老师也可以把你送到学校医务室，或者叫医生来。

15. 了解急救设施(如灭火器、灭火毯)的位置，并知道如何使用。

16. 熟悉最近的电话位置，并知道发生意外时该与谁联系。

加热及用火安全

17. 不要在未佩戴护目镜前使用蜡烛、酒精灯、电炉等热源。

18. 不要随便加热物体，因为常温下无害的化学品可能会在加热时造成危险(除老师要求)。

19. 所有易燃物品都应该远离火源。在易燃的化学药品旁切勿使用明火。

20. 不要把手伸入火中。

21. 使用酒精灯前，确信你已经知道如何像老师示范的那样正确点燃和调节火焰。不要用手直接碰煤气灯，因为它可能很烫。在无人看管时必须熄灭酒精灯。

22. 加热时化学药品可能会从试管中溅出，所以用试管加热物质时，试管口切勿朝向自己或他人。

23. 不要给密闭容器内的液体加热。因为急速膨胀的气体可能会使容器爆炸。

24. 取下一个加热过的容器前，可以先用手背凑近它，试试温度。如果手背感到灼热，说明容器还太烫，因此不能直接用手拿。这时可以戴隔热手套来拿。

化学药品的使用安全

25. 千万不可因为“好玩”而随意把化学药品混合。这样做可能容易产生引起爆炸的危险物质。

26. 不要把脸凑近装有化学药品的容器开口。不要摸、尝、闻某种化学品，除非老师要求你这样做。因为许多化学物质是有毒的。

27. 只使用实验所需的化学药品。取药品时要核对试剂瓶上的标签。要按所需的药品量来称取。用完后盖好瓶塞或瓶盖。

28. 根据老师的指导处理用过的化学药品。为防止污染，不要把取出药品放入原来的瓶中。不要随意把化学品倒进水槽或废物箱里。

29. 处理酸和碱时尤其要小心。把它们倒在水槽或指定的容器中，注意不要溅到实验台上。

30. 如果要求你辨别气味，要用招气入鼻法，切勿凑到容器开口上方直接闻。

31. 当把酸和水混和时，注意要先把水倒入容器，然后再缓慢地把酸加入水中。千万不要把水倒入酸里。

32. 在实验室中要特别注意，不要把物品洒到外面。如果有化学试剂溅出来要立即用大量的水冲洗。如果酸溅到皮肤或者衣服上必须马上用大量的水冲洗，同时向老师报告是否还有其他的地方被溅到。

玻璃器皿的使用安全

33. 不要将玻璃管或温度计强行塞入橡皮塞或者橡皮管中。如果实验需要，可以让老师帮助把玻璃管或者温度计塞好。

34. 在用煤气灯加热时，使用石棉网来避免玻璃器皿与火焰直接接触。不要加热外表还不完全干燥的玻璃器皿。

35. 要记住，烫的玻璃器皿看上去就和冷的一样。千万不要在没有试过温度之前贸然用手去拿。必要时使用隔热手套。参见第 24 条规定。

36. 不要使用已经破裂或有缺口的玻璃器皿。如果发现玻璃器皿有损坏，要向老师报告，然后把它扔到指定的回收箱中。

37. 不要用实验室的玻璃器皿装食物。

38. 归还玻璃器皿之前要彻底洗干净器皿。

锐器的使用

39. 使用解剖刀或其他尖锐物品时要特别小心。切东西的时候刀口不要朝向自己。

40. 如果在实验室里划破了皮肤要马上向老师汇报。

动植物安全

41. 不准进行会引起哺乳动物、鸟类、爬行动物、鱼类和两栖动物痛苦、不适或伤害的实验。这个原则在家里和在学校都同样适用。

42. 只有绝对必要时才使用动物进行实验。老师会指导你如何处理带入实验室的每一种动物。

43. 如果你知道自己对某种植物、霉菌或动物过敏，那么在相应的实验开始之前就要向老师说明。

44. 在野外工作时，要穿好长袖衣服、长裤、袜子和鞋子，以保护自己的皮肤少受伤害。要学会辨认当地有毒的植物、真菌以及带刺的植物，尽量避免接触它们。

45. 不要吃任何不认识的植物和真菌。

46. 接触过动物或者饲养动物的笼子之后要彻底洗手。如果实验涉及动物脏器、植物、泥土，结束后也要洗手。

实验结束规定

47. 实验完成后，把工作台整理干净，所有仪器归还到指定位置。

48. 按老师的要求处理废物。

49. 每一次实验结束都要洗手。

50. 所有的加热器和电炉不用时都应关上。拔掉电炉等电器的插头；如果使用的是煤气灯，要检查煤气管道的开关是否关闭。

星图

秋夜星空

在看这张星图时，要把星图举在你头顶，并使图面朝下，这时你看到的星图四周的方位与实际观测方位是一致的。在北纬34° 处对照此图观看星空效果最佳。不过，在美国大陆上其他时间和纬度也可用来观看。下列时间当为最佳观看时间：9 月 1 日晚上 10:00，9 月 15 日晚上 9:00 及 9 月 30 日晚上 8:00。

北方地平线

东方地平线

西方地平线

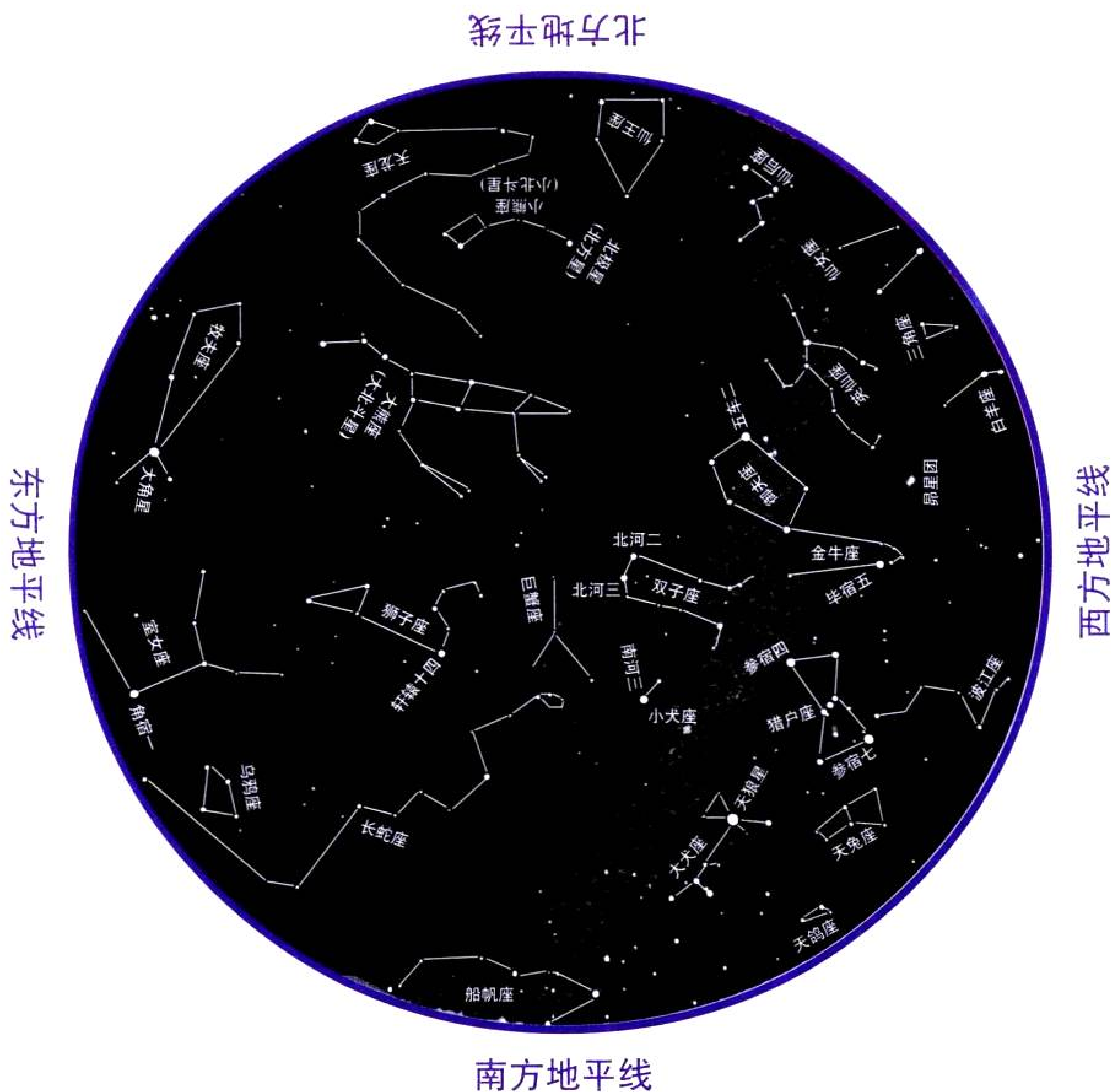
南方地平线

冬夜星空

在看这张星图时，要把星图举在你头顶，并使图面朝下，这时你看到的星图四周的方位与实际观测方位是一致的。在北纬34°处对照此图观看星空效果最佳。不过，在美国大陆上其他时间和纬度也可用来观看。下列时间当为最佳观看时间：12月1日晚上10:00，12月15日晚上9:00及12月30日晚上8:00。

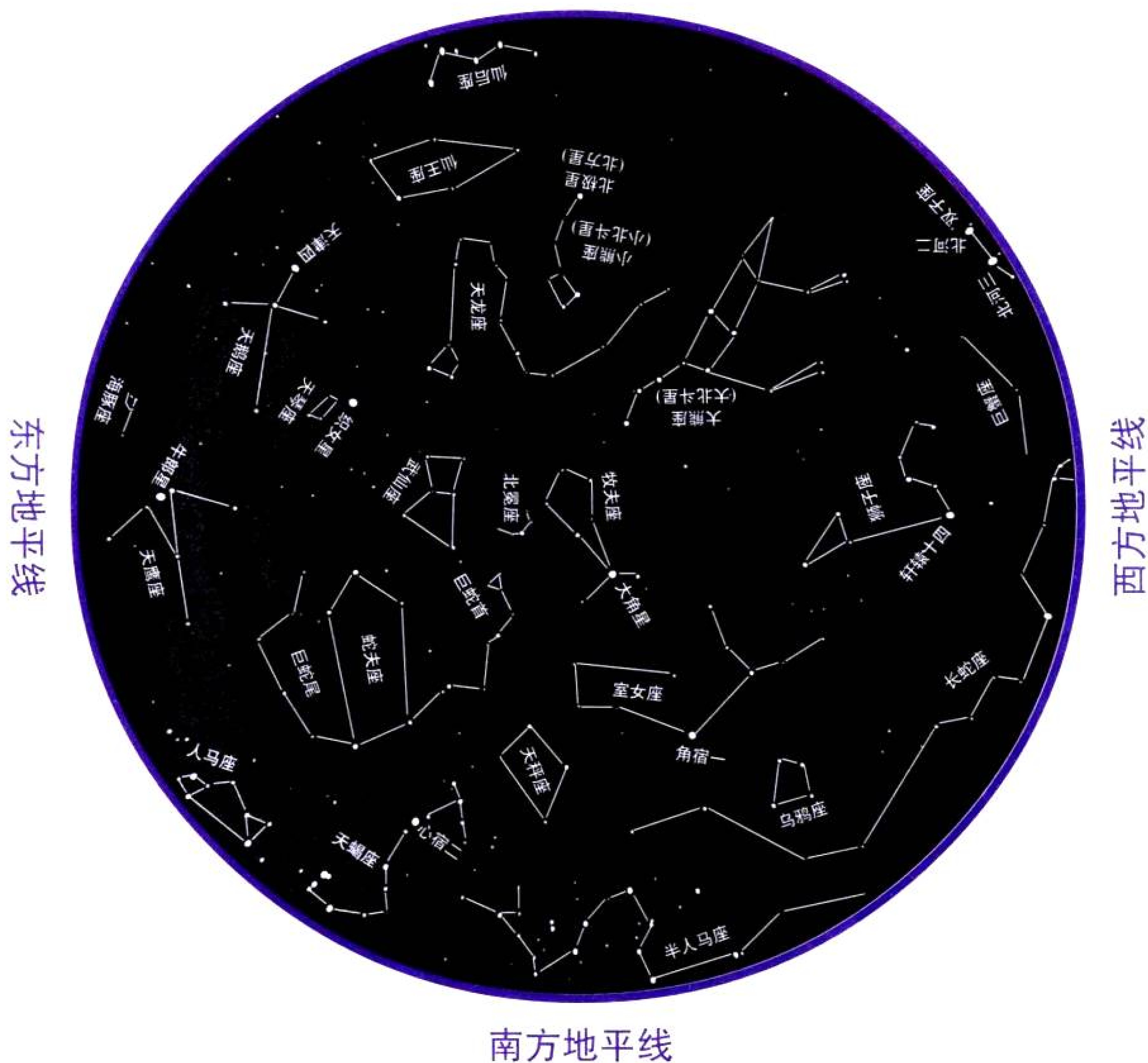
春夜星空

在看这张星图时，要把星图举在你头顶，并使图面朝下，这时你看到的星图四周的方位与实际观测方位是一致的。在北纬 34° 处对照此图观看星空效果最佳。不过，在美国大陆上其他时间和纬度也可用来观看。下列时间当为最佳观看时间：3 月 1 日晚上 10:00，3 月 15 日晚上 9:00 及 3 月 30 日晚上 8:00。



夏夜星空

在看这张星图时，要把星图举在你头顶，并使图面朝下，这时你看到的星图四周的方位与实际观测方位是一致的。在北纬34° 处对照此图观看星空效果最佳。不过，在美国大陆上其他时间和纬度也可用来观看。下列时间当为最佳观看时间：6 月 1 日晚上 10:00，6 月 15 日晚上 9:00 及 6 月 30 日晚上 8:00。



索 引

W

X

Y

Z

致 谢

Illustration

Jihn Edwards & Associates: 19, 25, 26, 28, 29, 33, 54-55, 63t, 71, 82, 106, 115, 118, 119, 122b, 123
Martucci Design: 61,95b,100,112
Jared D.Lee: 104
Morgan Cain&Associates: 15, 18, 22, 27, 35, 36, 37, 47, 59, 63, 75, 81, 91, 101, 105, 109, 111, 122t, 132
Matt Mayerchak: 46,126
Ortelius Design Inc: 16,17
J/B Woolsey Associates: 95t,96

Photography

Photo Research Kerri Hoar, PoYee McKenna Oster
Cover image NASA

Nature of Science

Page 8t, NASA; **8b,** Science Photo Library; **8b, background,** David Jewitt and Jane Luu; **9tr,** br,Jet Propulsion Laboratory; **9mr,** Digital Vision; **10,** John Sanford/ Astrostock Art Resource.

Chapter 1

Pages12-13, NASA; **14t,** Russ Lappa; **14b,** Eric Lessing; **16t,** Corel Corp; **16b,** Archive Photos; **17t,** Courtney Milne/Masterfile; **17b,** Hazel Hankin/Stock Boston; **20,** iStockphoto; **21,** Art Wolfe/TSI; **23,** Richard Haynes; **24t,** Richard Haynes; **24b,** Larry Landolfi/Photo Researchers; **26mr,** Jerry Lodriguss/Photo Researchers; **26tl,** ml,bl,tm,bm,tr,br,John Bova/Photo Researchers; **28l,** Xinhua New Agency; **29tr, 29br,** Jay M Pasachoff; **31,** Richard Haynes; **both,** Nancy Dudley/Stock Boston; **34,** Jim Zipp/Photo Researchers; **35t,** Richard Haynes; **36-38,** NASA; **39t,** Richard Haynes; **39b,** NASA; **40t,** John Bova/Photo Researchers; **40b,** Science Photo Library; **41tl,** NASA; **41br,** Public domain; **42,** N.Armstrong/The Stock Market; **43,** TSI; **44-45,** NASA.

Chapter 2

Pages 48-49,NASA; **50t,** Russ Lappa; **50b,** iStockphoto; **51-53b,** The Granger Collection,NY; **53t,** Richard Haynes; **57,** Digital Vision; **58,** National Solar Ohservatory; **58 inset, 60t,** Space Telescope Science Institute; **60b,** National Solar Ohservatory; **64r,** NASA; **64 inset,** A.S.P./Science Source/Photo Researchers; **65-66,** Digital Vision; **67,** NASA; **68,** Jet Propulsion Laboratory; **69 both,** NASA; **70,** TSI; **72 both,** NASA; **73,74tr,** Jet Propulsion Laboratory; **74 inset,** Digital Vision; **74b, 75, 76 both, 77 both,** NASA; **78-80t,** Richard Haynes; **80b,** Space Telescope Science Institute; **82tr,** Jet Propulsion Laboratoru\y; **83tl,** U.S.Geological Survey; **83tr,** Jerry Schad/Photo Researchers; **84,** Ghislaine Grozaz; **85,** James Pisarowicz; **86,** U.S.Geological Survey; **87,** NASA; **88-89,** Jet Propulsion Laboratory.

Chapter 3

Pages 92-93, David Nunuk/Science Photo Library/Photo Researchers; **94t,** Richard Haynes; **94b,** John Sanford/Science Photo Library/Photo Researchers; **96,** Russ Lappa; **97t,** Shutterstock; **97b,** NRAO/Science Photo Library/Photo Researchers; **98tl,** YerJes Ivservatory; **98-99tr,** National Astronomy and Ionosphere Center; **98-99br,** John Sanford/Astrostock; **99tr,** NASA; **102,** Silver,Burdett&Ginn Publishing; **103t,** Richard Haynes; **103b,** Roger Harris/ Science Photo Library/Photo Researchers; **106 inset,** NASA; **107,** Luke Dodd/ Science Photo Library/Photo Researchers; **108,** Shutterstock; **112b,** Science Photo Library; **113tr,** NASA; **113br,** Space Telescope Science Institute; **114,116,**Photo Researchers; **117,** Dennis Di Cicco/Peter Arnold; **118 both,** Richard Haynes;**120t,120m,** NASA; **120b,** Royal Observatory,Edinburgh/AATB/ Science Photo Library/Photo Researchers; **121,** NASA; **124,** David Parker/ Science Photo Library/Photo Researchers; **125,** Anglo-Australian Observatory.photograph by David Malin.

Interdisciplinary Exploration

Page 128t, Jet Propulsion Laboratory; **128b,** U.S.Geological Survey; **129r,** Valerie Ambroise; **129l,** Corbis-Bettmann; **130t,** Pat Rawlings/NASA; **130-131b,** Jet Propulsion Laboratory; **131tr,131tl,** NASA; **132t,** U.S.Geological Survry; **132b,** NASA/Peter Arnold; **133,** Pat Rawlings/NASA.

Skills Handbook

Page 134, Mike Moreland/Photo Network; **135t,** Foodpix; **135m,** Richard Haynes; **135b,** Russ Lappa; **138,** Richard Haynes; **140,** Ron Kimball; **141,** Renee Lynn/Photo Researchers.

Appendix B

Pages 150-153, Griffith Observer, Griffith Observatory,Los Angeles.